

مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ● السنة العشرون ● العدد الثمانون ● شوال ١٤٢٧هـ/نوفمبر ٢٠٠٦م

الأقمار الاصطناعية

(الجزء الأول)

قصة الجاذبية

الملاحة الفضائية

المحطات الأرضية

ISSN 1017 3056

بسم الله الرحمن الرحيم

منهاج النشر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :ـ

١ـ يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢ـ أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣ـ في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤ـ أن لايقل المقال عن ثماني صفحات ولايزيد عن أربع عشرة صفحة مطبوعة .

٥ـ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

٦ـ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

٧ـ المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويات العدد



مكونات الأقمار



مدارات الأقمار الاصطناعية





متطلبات إنتاج الأقمار

المراسلات

رئيس التحرير

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ـ الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض

هاتف: ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥ ـ ناسوخ (فاكس) ٤٨١٣٣١٣

البريد الإلكتروني : **jscitech@kacst.edu.sa**

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia

العلوم والتقنية





كلمة التحرير

قراءنا الأعزاء

تتوالى التطورات التقنية وتتلاحق بمختلف مجالاتها وأنواعها بدرجة لا يستطيع الإنسان متابعتها والإلمام بها، ولقد شكلت ريادة الفضاء في وقتنا الحاضر أهم التطورات التقنية، حيث وصل الإنسان إلى القمر، ووصلت معداته وتجهيزاته إلى سطح المريخ، ولا زال يحاول الوصول إلى أبعد من ذلك.

شكلت الأقمار الإصطناعية ثورة علمية متطورة أثرت في حياة الإنسان، فقربت إليه البعيد، وأصبحت الأرض المترامية الأطراف مثل قرية صغيرة، ما يحدث في أحد أطرافها يطلع عليه الناس خلال ثوان معدودة في أطرافها الأخرى، ومسحت له سطح الأرض، ورسمت له طبوغرافيتها بدقة تامة، فسهلت عليه اكتشاف مجاهلها والإطلاع على مناطق لم تكن في يوم من الأيام محل تفكيره للوصول إليها.

قراءنا الأعزاء

تختلف الأقمار الاصطناعية في أحجامها وأشكالها وأوزانها حسب المهمة التي صنعت من أجلها والأهداف المراد تحقيقها، كما يختلف المدار الذي سيوضع فيه القمر، فلكل مهمة مدار خاص، فمدارات أقمار الاستشعار عن بعد تختلف عن مدارات الأقمار المستخدمة لأغراض عسكرية، وتختلف عنهما مدارات أقمار الاتصالات، وهكذا.

يتم وضع الأقمار الاصطناعية في المدار المطلوب بواسطة الصواريخ متعددة المراحل، ومع أن عملية الإرسال والوضع تلك تحتاج إلى عمليات حسابية معقدة إلا أنها تتميز بدقة عالية، بحيث يتم وضع القمر في المكان المحدد له سلفاً من قبل العلماء على الأرض. كما تحتاج عملية الإطلاق تحضيرات جادة، تمر بمراحل محددة، ومتابعة دقيقة قبل الإطلاق وبعده إلى أن يستقر القمر في المدار المحدد.

قراءنا الأعزاء

يسرنا أن نتناول موضوع الأقمار الاصطناعية من خلال عددين، حيث يتطرق العدد الأول إلى المواضيع التالية: الأقمار الاصطناعية، قصة الجاذبية، الملاحة الفضائية، مكونات الأقمار الاصطناعية، مدارات الأقمار الاصطناعية، متطلبات إنتاج الأقمار، إطلاق الأقمار الاصطناعية، المحطات الأرضية.

والله من وراء القصد وهو الهادي إلى سواء السبيل،،،

العلوم والتقنية



سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف
د. ناصر عبد الله الرشيد
أ. حمد بن محمد الحنطي
أ. خالد بن سعد المقبس
أ.عبدالرحمن بن ناصر الصلهبي
أ. وليد بن محمد العتيبي

التصميم والإخراج

محمد علي إسماعيل
سامي بن علي السقامي
فيصل بن سعد المقبس

*****





معهد بحوث الفضاء

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

انطلاقاً من إدراك مدينة الملك عبد العزيز للعلوم ولتقنية بأهمية علوم وتقنيات الفضاء، وما تحققه استخداماتها من فائدة للبشرية في المجالات المختلفة، فقد قطعت المملكة شوطاً متقدماً في أنظمة الاتصالات الفضائية العالمية والإقليمية، وفتح الآفاق للمشاركات في التجارب العلمية للرحلات الفضائية، وإنشاء البنية الأساسية لعديد من التطبيقات والاستخدامات الفضائية. وقد كان للأمر السامي رقم١٣٢٢/٨ بتاريخ ١٤٠٣/٧/٢٤هـ الخاص بانشاء محطة الاستقبال للأقمار الاصطناعية، والمركز السعودي للاستشعار عن بعد الأثر الفعال في التعريف ونشر هذه التقنية على مستوى الجهات والهيئات الحكومية ومراكز الأبحاث.

وقد تطور المركز السعودي للاستشعار عن بعد ليصبح معهد متخصصاً في علوم الفضاء والطيرات وذلك في ١٤١٨هـ ليسهم في نقل وتوطين تقنية الفضاء والطيران وتطوير البحوث التطبيقية ذات العلاقة والإفادة منها بما يخدم خطط التنمية بالمملكة.

مهام المعهد

أوكل للمعهد العديد من المهام من أبرزها مايلي:-

- تقديم خدمات عملية للجهات المستنفدة في مجال علوم الفضاء الطيران.
- تنفيذ مشاريع مشتركة مع الجهات المستفيدة لخدمة التنمية بالمملكة.
- تصميم وإطلاق وتطوير أنظمة الأقمار الاصطناعية السعودية وتطبيقاتها في المملكة.



- توحيد المواصفات الوطنية لنظم المعلومات الجغرافية، وإنشاء شبكة وطنية لتبادل المعلومات بين الجهات ذات العلاقة.
- تأهيل الكوادر عن طريق الابتعاث والدورات التدريبية.
- تقديم الدعم الفني والاستشاري للجهات المستفيدة.
- المشاركة في اللجان العلمية والفنية ذات العلاقة بنشاطات المعهد.
- إجراء الأبحاث وتطوير نماذج لتطبيقات مختلفة في مجال علوم الفضاء والطيران.

الأقسام الإدارية

يضم المعهد المراكز الرئيسة التالية :

- **مركز الأقمار الاصطناعية**

يقوم هذا المركز بالعمل على أبحاث ودراسات خاصة بتقنيات الأقمار الاصطناعية والمستشعرات، منها تطوير وبناء قمراً اصطناعياً صغير الحجم (سعودي سات) يعمل في المدادات المنخفضة على مبدأ التخزين والتحويل الرقمي، والذى من مهامه تحويل المعلومات من مواقع نائية يسمح بمراقبة الأداء في تلك المواقع، كما يستخدم في نظام تعقب المركبات، ونقل البيانات من طرفيات ثابتة أو محمولة إلى محطات أخرى.

● **مركز تقنية الطيران**

يهدف هذا المركز إلى نقل وتوطين تقنيات الطيران إلى المملكة، وإجراء الأبحاث والدراسات المتخصصة في مجال علوم وهندسة الطيران وإنشاء قاعدة معلومات علمية وطنية في هذا المجال.

● **مركز تطبيقات الضوئيات**

يهدف هذا المركز إلى تنفيذ برامج البحوث المتعلقة باستخدام الليزر مثل: تحديد المسافات، الاتصالات، الدراسات الطيفية وتقديم الاستشارات للقطاعات الحكومية والخاصة بالمملكة، إضافة إلى إنشاء قاعدة معلومات خاصة ببحوث الليزر في المملكة.

● **مركز الدراسات الرقمية**

أعد هذا المركز ليكون مركزاً وطنياً مجهزاً بأحدث الحاسبات الآلية ذات الكفاية العالية، والبرامج المتخصصة في مجال الحاسبات وتطبيقات النمذجة والتشبيه الرقمي، بالإضافة إلى توفير خدمات هذه التقنية، لإجراء ودعم البحث العلمي التطبيقي في المملكة.

● **مركز نظم المعلومات الجغرافية**

يقوم المركز بإجراء الأبحاث التطبيقية في مجال نظم المعلومات الجغرافية وتطويرها، بما يتناسب مع متطلبات الجهات المستفيدة والتنسيق معها، لتكون شبكة وطنية للمعلومات الجغرافية تقدم المعلومات وفق مواصفات وضوابط محددة.

● **المركز السعودي للاستشعار عن بعد:**

أنشأ المركز عام ١٤٠٣هـ (١٩٨٢م)، ويعد من أحد المراكز المتميزة في دول العالم؛ لاشتماله على نظام متكامل لاستقبال ومعالجة وتحليل وإنتاج الصور الفضائية، حيث توجد محطة استقبال قطر دائرتها (٥٠٠٠) كم، وتغطي معظم الدول العربية وبعض الدول الإسلامية بمساحة(٢٣) مليون كم مربع، بالإضافة إلى تعدد الأقمار الاصطناعية التي يستقبل معلوماتها، كما يتوفر بالمعهد أرشيف يحوى بيانات رقمية لسلسلة أقمار (لاندسات/ سبوت/ آي آر إس/ رادارسات/ ايكونس).

● **مكتب المشاريع التعاقدية**

أُنشأ هذا المكتب لغرض تنظيم وتفعيل التعاون بين معهد بحوث الفضاء والقطاعين الحكومي والخاص. ويقدم المكتب الخدمات الاستشارية والفنية، بالإضافة إلى القيام بالمشاريع البحثية التطبيقية بالتعاون مع مختلف الجهات. كما يقوم بتطوير تقنيات معينة وتصنيعها وتسويقها بالتعاون مع الشركات الصناعية المحلية

إنجازات المعهد

سعى المعهد خلال الفترة الوجيزة الماضية لتنفيذ عدد من الاتفاقيات والمشاريع تهدف إلى تطوير التطبيقات الخاصة بتقنية الفضاء والطيران، وتفعيل دور المعهد في التنسيق بين الجهات، والإعداد لتكوين شبكة وطنية في هذا المجال، وتتلخص هذه الإنجازات في التالي:



١ـ إطلاق سلسلة من الأقمار الاصطناعية السعودية ـ إقمار سعودي سات (١أ، ١ب،١ج) ـ لاستخدامها في مشاريع التعاون مع الجهات الحكومية والخاصة مثل: نقل المعلومات من الأماكن النائية وإجراء التجارب العلمية ولمواكبة التقدم العلمي وتلبية احتياجات الملكة، ويجري العمل على إطلاق سلسلة أخرى من الأقمار الصطناعية السعودية في مجال الإستشعار عن بعد والاتصالات.

٢ـ تنفيذ اتفاقية التعاون مع شركة الدليل لنظم المعلومات؛ لإصدار سلسلة المستكشف والتي تُعنى بإنتاج اسطوانات مدمجة (CD)، تحتوي على خرائط رقمية للمدن الرئيسة بالمملكة ، مدعمة بالمعلومات الوصفية لمواقع المعالم والخدمات المختلفة. علماً بأنه تم حتى الآن إصدار المستكشف لكل من الرياض وجدة ومكة المكرمة والمدينة المنورة، ويجري حاليا الإعداد لمستكشف الدمام ومستكشف الملكة، تليها باقي المدن الرئيسة.

٣ـ تنفيذ اتفاقية لتطوير منظومة آلية لتحديد مواقع المركبات بالتعاون مع شركة الإلكترونيات المتقدمة، وشركة الدليل لنظم المعلومات. وقد تم الانتهاء من إعداد التصاميم الأولية لهذه المنظومة، ويجري حاليا تطبيقها لصالح جمعية الهلال الأحمر

السعودى بمدينة الرياض، بالإضافة إلى مشروع تجريبي آخر للمشاعر المقدسة.

٤ـ تنفيذ اتفاقية التعاون مع شركة انتر جراف العالمية؛ والتي تهدف إلى تكوين فريق عمل يقوم بتعريب برنامجيها المعروفين في مجال نظم المعلومات الجغرافية: جيوميديا وبرو (GeoMedia and GeoMedia Pro.)

٥ـ تنفيذ مشروع تحديد الآبار ومحطات المياه في بعض مناطق المملكة بإستخدام الصور الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية لأحد المشاريع المدعمة من المدينة.

٦ـ البدء بتنفيذ أحد مشاريع الاتفاقية الموقعة مع القوات الملكية الجوية السعودية المتضمن تحديث الخرائط باستخدام الصور الفضائية المحدثة وتقنية نظم المعلومات الجغرافية.

٧ـ التنسيق مع وزارة التربية والتعليم ـ وزارة المعارف والرئاسة العامة لتعليم البنات سابقاً ـ لتنفيذ مشروع تجريبي للنظم الجغرافية للمدارس (نجم)؛ يهدف إلى ربط المعلومات الوصفية لديهم بمواقع المدارس، مما يساهم في تحليل المعلومات، ويساعد في توفير الرؤية الشاملة للمسؤولين لاتخاذ القرارات المناسبة.

٨ـ عقد اتفاقية مع الهيئة العليا للسياحة لتبادل المعلومات والتعاون في مجال إصدار الخرائط السياحية وتوفير الدعم الفني اللازم.

٩ـ التنسيق مع وزارة الصحة لتنفيذ مشروع تجريبي يخدم أغراض الوزارة.

١٠ـ تنظيم ملتقيات وندوات علمية والمشاركة في الندوات وورش العمل التي تخص اهتمامات المعهد.



١١ـ الانضمام إلى لجنة مواصفات النظم الجغرافية الدولية(ISO/TC221)، والمشاركة في عدة مشاريع؛ تهدف إلى وضع مواصفات دولية في مجال نظم المعلومات الجغرافية، وبالتالي الاستفادة منها في وضع المواصفات الوطنية.

١٢ـ التنسيق مع الجامعات وبعض الجهات لتنظيم تدريب تطبيقي لنسوبيها من طلاب وموظفين.

١٣ـ إنشاء قواعد معلومات جغرافية لصالح شركة الاتصالات السعودية (المرحلة الأولى).

١٤ـ إنتاج صور فضائية مصححة ثلاثية الأبعاد عالية الدقة لبعض المدن.

١٥ـ إنتاج صور فضائية مصححة ثلاثية الأبعاد للمملكة(بدقة ١٠م)

١٦ـ إنشاء نقاط تحكم (GCPs)ونماذج ارتفاعات رقمية(DEMs).

١٧ـ انتاج خرائط رقمية.

١٨ـ دمج شبكات الهاتف مع الخرائط الرقمية.

١٩ـ تصحيح وإنتاج خرائط للمخططات الهيكلية والمحلية لمناطق المملكة (شبكة الجوال).

٢٠ـ حصر الغابات والمراعي جنوب غرب المملكة باستخدام تقنيه الإستشعار عن بعد، بدعم من وزارة الزراعة، وينفذ بالتعاون مع وزارة الزراعة وجامعة الملك سعود.

٢١ـ انتاج الأطلس الفضائي المدعوم من قبل مؤسسة الأمير سلطان الخيرية.

٢٢ـ إنتاج أطلس فضائي للملكة بالتعاون مع جامعة الملك سعود، ويشمل صور فضائية لمدن المملكة ومعلومات عامة للمعالم الرئيسة .

الخطط المستقبلية

وضع المعهد خطته الخمسية بحيث تتواكب مع التطورات التقنية والتنظيمية في مجال الفضاء والطيران والاتجاهات البحثية، وتتوافق مع خطط التنمية وتحقق الطموحات والأهداف التي يسعى المعهد إلى بلوغها حسب الإمكانيات المتاحة، وتشمل الخطط المشاريع المستقبلية التالية:ـ

١ـ إنشاء الشبكة الوطنية لنظم المعلومات الجغرافية.

٢ـ إنتاج الخرائط المدرسية.

٣ـ توحيد مواصفات نظم المعلومات الجغرافية.

٤ـ إنتاج وطلاق ٢٤ قمراً إصطناعي تجارى.

٥ـ البحث والتطوير في أنظمة الملاحة الجوية، وزراعة الأيونات، والمحفزات، وتصنيع الليزر.

٦ـ تصنيع ومعالجة واختبار عدد من المواد المركبة الخاصة بهياكل الطائرات .

٧ـ قياس أشعة الميكرووف (Cosmic Microwaves)

٨ـ دراسة تأثير النسبية العامة على المدارات(Relativistic Orbital Precessions).



القمر الاصطناعي عبارة عن جسم يضعه الإنسان في مدار حول الأرض (أو أي كوكب آخر). تقوم الأقمار الاصطناعية بدور مهم في حياتنا اليومية بطريقة مباشرة وغير مباشرة، فهي تلعب دوراً أساسياً في الاتصالات والملاحة والفلك وتوقعات الطقس والعمليات العسكرية والاستخباراتية وتخطيط المدن والحفاظ على البيئة والحياة البرية. كما ساهمت الأقمار الاصطناعية بطريقة غير مباشرة في التقدم العلمي والتقني وفي الزراعة والصناعة.

بدأ إطلاق الأقمار الاصطناعية وغزو الفضاء ـ عموماً ـ بعد أن تطورت عدة تقنيات خاصة خلال الحرب العالمية الثانية، وتعد الصواريخ والرادار من أهم التقنيات التي أثرت في البدء في عصر الفضاء، فالصواريخ هي الوسيلة لإيصال القمر إلى مداره في الفضاء، والرادار مهم لتعقب القمر ومعرفة موقعه. كما ساهم التطور في الحاسب الآلي وأنظمة الاتصالات في الإسراع بالدخول إلى عصر الفضاء.

الفضاء والغلاف الجوي

الفضاء كلمة تعني: كل ما هو خارج الغلاف الجوي للأرض. ومع أن الفضاء خال لكنه ينبض بأنواع من الطاقة السابحة فيه، مثل: الضوء المرئي، والأشعة تحت الحمراء، والأشعة فوق البنفسجية، والأشعة السينية، وأشعة جاما، وموجات الميكرويف، وبروتونات وإلكترونات وإشعاعات كونية. يقوم الغلاف الجوي على صغره بالنسبة للفضاء بحماية الحياة على الأرض من هذا الطوفان من الطاقة.

يتكون الغلاف الجوي الذي يحيط بالأرض من غازات الأكسجين والنيتروجين والأرجون وبخار الماء وثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى بالإضافة إلى ذرات الغبار وعوالق أخرى.

يحيط الغلاف الجوي بالأرض عن طريق طبقة من خليط غازي تقل كثافته كلما ابتعدنا عن سطح الأرض. وعلى الرغم من أن سمك هذا الغلاف رقيق جدا بالنسبة لحجم الأرض، إلا أنه أساسي للحياة عليها، فهو يحتوي على الأكسجين الأساس للحياة، كما أنه يشكل حماية من بعض أشعة الشمس الضارة.

يشكل غاز النيتروجين معظم الغلاف (٧٨٪)، بينما يمثل غاز الأكسجين (٢١٪) منه، أما بقية الغازات ـ الأرجون والأوزون وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء ـ فتمثل (١٪) فقط من مكونات الغلاف الجوي ولكنها مهمة في حياتنا.

ينقسم الغلاف الجوي، جدول (١) إلى خمس طبقات تبعا لتغير الحرارة مع الارتفاع، وهي:ـ

● طبقة التروبوسفير

تعتبر طبقة التروبوسفير (Troposphere) الطبقة الأولى (الأقرب للأرض) المؤثر الأساسي على الطقس وتحتوي نصف الغلاف. تقل درجة الحرارة في هذه الطبقة بالارتفاع عن سطح الأرض، وتنتهي هذه الطبقة في المنطقة التي لا تتغير فيها الحرارة مع الارتفاع.

● طبقة الاستراتوسفير

تأتي طبقة الاستراتوسفير(Stratosphere) بعد طبقة التروبوسفير من حيث الارتفاع من الأرض، وهي التي تحلق فيها الطائرات وتزداد الحرارة فيها مع الارتفاع على العكس من التروبوسفير. تشكل هذه الطبقة مع طبقة التروبوسفير حوالي ٩٩٪ من كتلة الغلاف الجوي.

● طبقة الميسوسفير

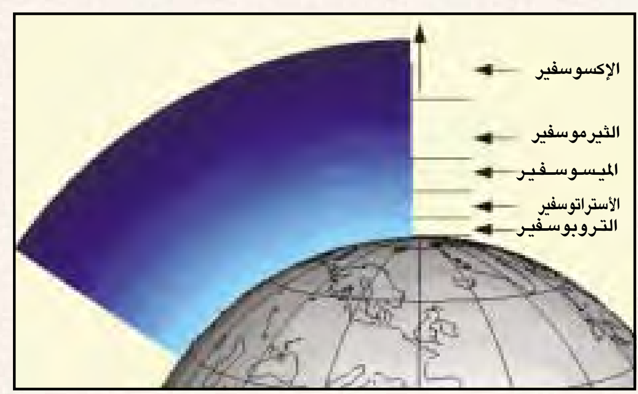
تسمى الطبقة الثالثة بطبقة الميسوسفير (Mesosphere)، وفيها تحترق الشهب. وهي أبرد طبقة في الغلاف الجوي حيث تصل درجة الحرارة فيها إلى ٩٠ْم تحت الصفر. تقع تحت هذه الطبقة ٩٩,٩٩٩٪ من كتلة الغلاف الجوي.

● طبقة الثيرموسفير

طبقة الثيرموسفير(Thermosphere) هي الطبقة التي فيها تدور المركبات الفضائية المأهولة. وبسبب الكثافة القليلة لهذه الطبقة فإن تغييراً صغيراً بالطاقة يسبب تغيراً كبيراً في درجة الحرارة، لذا فهي تتأثر كثيراً بالنشاطات الشمسية وما يصاحبها من تذبذب في أشعتها، حيث تتجاوز درجة حرارة الطبقة ١٥٠٠ْم في ذروة النشاط الشمسي.

الطبقة	الارتفاع (كم)	الكثافة (ذرة/سم٣)
التروبوسفير	سطح الأرض–١٥	$١٠^{١٨}$
الأستراتوسفير	١٥–٥٠	$١٠^{١٤}$
الميسوسفير	٦٠–٨٥	$١٠^{٨}$
الثيرموسفير	١٢٠–٦٠٠	$١٠^{٦}$
الإكسوسفير	٦٤٠–١٢٨٠	$١٠^{٢}$

● جدول (١) تغير كثافة طبقات الغلاف الجوي بالارتفاع من سطح الأرض.



●طبقات الغلاف الجوي الخمس حول الأرض .

● طبقة الإكسوسفير

طبقة الإكسوسفير (Exosphere) هي آخر طبقات الغلاف الجوي، وهي جزء من طبقة الثيرموسفير. وعلى الرغم من أنها تمثل نسبة ضئيلة جداً من كتلة الغلاف الجوي إلا أنها تلعب دوراً في اتصالات الراديو، حيث تتسبب أشعة الشمس في تأين غازات الطبقة لتنعكس منها إشارات الراديو إلى الأرض كما تعكس المرآة الضوء.

تاريخ الأقمار الاصطناعية

حلم الإنسان بالطيران في الجو والوصول إلى الفضاء منذ العصور القديمة. وبدا أن هذا الحلم يوشك أن يتحقق بعد التقدم العلمي والصناعي في القرن السابع عشر، حيث غيرت الثورة العلمية آنذاك الكثير من المفاهيم القديمة، ووصفت هذه الثورة العلمية وفسرت عدداً من الظواهر الفلكية والفيزيائية والكيميائية.

ومن أهم ملامح تلك الفترة نظريات العالم الألماني **كيبلر**(Johannes Kepler) (١٥٧١–١٦٣٠م) عن حركة الكواكب ونظريات العالم الإنجليزي الشهير **نيوتن** عن الجاذبية (عام ١٦٦٦م) وحركة الأجسام (عام ١٦٨٦م).

ظهر في تلك الفترة نوع جديد من الأدب تمثل في قصص الخيال العلمي، ومعظمها تحكي عن الموضوع المفضل آنذاك وهو الفضاء وخصوصاً القمر. ومن أول هذه القصص قصة "الحلم" **لكيبلر** ـ نشرت عام ١٦٣٤م (بعد أربع سنوات من موته) ـ التي تصف رحلة من الأرض إلى القمر.

وفي القرن التاسع عشر قدم **إفريت** (Edward Everett) عام ١٨٦٩م اقتراحاً بعنوان "القمر الحجري" (The Brick Moon)، حيث اقترح وضع قمر اصطناعي مأهول مصنوع من الحجر في مدار حول الأرض، يرسل سكانه إشارات مورس للأرض لإرشاد السفن. كما قدم العالم الروسي **كبالشيش** (Nikolai Kibalchich) تصميماً لسفينة فضاء محمولة على صاروخ. وقد بقي على اعتقاده بنجاح التصميم حتى وهو على منصة الإعدام، حيث أعدم في عام ١٨٨١م لأسباب سياسية.

كتب مدرس الرياضيات الروسي **تسيولكفوسكي** (Konstantin Tsiolkovsky) (١٨٥٧–١٩٣٥م) كتاباً صغيراً عن كيفية قيام إنسان بقيادة سفينة في رحلة للفضاء الخارجي، وصف فيها العديد من الظواهر في الفضاء وكيفية التغلب عليها، فقد تحدث عن إمداد هذه السفينة بالطاقة اللازمة لها من الشمس وكيفية بناء سفينة فضاء تسير بالوقود السائل. ثم طرح في ١٨٩٥م فكرة إطلاق قمر اصطناعي بمدار يرتفع ٢٠٠ ميل، عن سطح الأرض، وقدم تفاصيل لأنظمة الصواريخ القادرة على إيصال القمر للفضاء واقترح صاروخاً ينطلق بعدة مراحل تنفصل فيها محركات الصاروخ مع خزانات الوقود عن بقية الصاروخ تباعاً.

على الرغم من أن إسهامات **تسيولكفوسكي** في غزو الفضاء كانت نظرية، إلا أن تأثيرها في برامج الفضاء الروسية كان عظيماً. فقد اقترح استخدام الوقود السائل في الصواريخ بدلاً من الصلب، لأن محركات الصاروخ السائل يمكنها أن تشعل وتطفأ ويعاد إشعالها مرة أخرى. وهذا غير ممكن في الوقود الصلب لأنه متى ما بدأ في الاشتعال لايمكن إيقافه. كما حسب هذا العالم سرعة الصاروخ اللازمة للفكاك من جاذبية الأرض.

في عام ١٩٢٠م نشر الفيزيائي الأمريكي **جودارد** (Robert Goddard) ١٨٨٢–١٩٤٥م بحثاً أوضح فيه بالأرقام والرسومات كيفية بناء صاروخ لبلوغ الغلاف الجوي العلوي للأرض، حيث قام ببناء واختبار أول صاروخ يعمل بالوقود السائل في عام ١٩٢٦م.

ألهمت قصص الخيال العلمي الكثير من العلماء مثل الألماني **أوبرث** (Herman Oberth) ١٨٩٤– ١٩٨٩م الذي ألف في عام ١٩٢٣م كتابه "إلى الفضاء بالصاروخ" وتحدث عن إمكانية إرسال صاروخ للفضاء، موضحاً أن إطلاق صاروخ بسرعة مناسبة يستطيع أن يحمل معه قمراً اصطناعياً يدور حول الأرض. وأشار إلى إمكانية رؤية التفاصيل الدقيقة للأرض من هذا القمر، كما وصف طريقة الاتصال بالقمر. وقد أثرت كتاباته في الشباب الألماني مما أدى إلى تأسيس العديد من نوادي هواة الصواريخ، وهي التي كانت نواة تصنيع الصواريخ الألمانية.

بعد نشر العلماء الأبحاث النظرية؛ حاول المهندسون تطبيق هذه الأبحاث في صناعة الصواريخ، وقد أتت أهم هذه المحاولات من ألمانيا وروسيا عندما نمت نوادي الصواريخ بفعل الدعم الحكومي لها لتتحول إلى برامج عسكرية.

في عام ١٩٣٤م استطاع فريق ألماني بقيادة **براون** (Wernher von Braun) صنع وإطلاق الصاروخ (A-2)، وفي عام ١٩٤٢م أطلق الصاروخ (A-4)، حيث وصل مداه إلى ١٩٠ كم ووصل إلى ارتفاع ٩٥ كم، وتم تطوير نسخة حربية منه حملت رأساً متفجراً عرف بصاروخ (V-2) تم استخدامها في لندن خلال الحرب العالمية الثانية من شهر سبتمبر من عام ١٩٤٤م حتى نهاية الحرب.

بعد نهاية الحرب وهزيمة ألمانيا، كان لدى الفريق الألماني أكثر من سبعة تصاميم لصواريخ لم يسعفهم الوقت لبنائها، بعضها يصل مداه إلى ٥٠٠٠ كم وتزن حمولته الحربية ٢٥٠٠٠ كجم.

وفي روسيا قام ناد للصواريخ ببناء وإطلاق الصاروخ (GIRD) في عام ١٩٣٣م، وكان من بين أعضاء النادي



● الصاروخ الألماني (V-2).

المهندس الأوكراني الأصل **كوروليف** (١٩٠٧–١٩٦٦م) الذي تأثر بشدة بآراء الروسي **تسيولكفوسكي**. استطاع **كوروليف** تطوير صواريخ ثنائية المرحلة، كما طور أول محرك نفاث روسي، وبذلك نجح الروس في استخدام صواريخ قصيرة المدى في نهاية الحرب العالمية الثانية.

كان تصميم الصاروخ الألماني (V-2) أساساً لمعظم الصواريخ التي أتت بعده، فقد استمد الأمريكيون تصميمه من العلماء الألمان لبناء صواريخهم بعد الحرب، بينما استخدم الروس تقنية ألمانية ـ روسية مشتركة.

كان لأمريكا بعد نهاية الحرب التفوق على الاتحاد السوفيتي في كل المجالات، إذ كان لديها بنية صناعية قوية لم تدمرها الحرب العالمية الثانية، و قطاع بحثي متطور جداً على المستويين الحكومي والخاص، كما حصلت على أهم العوامل وهي وجود ١٢٠٠ عالم ألماني كانوا من أهم من صمم وطور الصاروخ الألماني الشهير (V-2) من بينهم **براون** وفريقه، بالإضافة إلى جميع التصاميم والرسومات وحمولة ٣٠٠ عربة من قطع غيار الصاروخ (V-2)، بينما حصل الروس على بعض مهندسي الصف الثاني منهم.

حاولت أمريكا تصنيع الصواريخ بعد نهاية الحرب العالمية الثانية مباشرة بدءاً بنسخ من الصاروخ (V-2)، وفي عام ١٩٥٣م نجح **براون** من إطلاق صاروخ بمدى ٢٠٠ ميل بينما تمكن الروس قبل ذلك بثلاث سنوات من إطلاق صاروخ شبيه.

زادت هذه المحاولات من همة العلماء للوصول للفضاء وإطلاق أقمار اصطناعية، حيث أصبحت هذه الغاية على مرمى أبصارهم، فقد اقترحت شركة دوغلاس للطيران في عام ١٩٤٦م مشروع قمر اصطناعي يطلق في عام ١٩٥١م بتكلفة ١٥٠مليون دولار. وفي عام ١٩٥٤م اقترح ممثلو ٦٧ دولة إطلاق قمر اصطناعي لتصوير الأرض في عام ١٩٥٧م، ثم أعلنت كل من أمريكا والاتحاد السوفيتي عن نواياهما لإطلاق أقماراصطناعية. بعد شهر من هذا الإعلان أخذ السوفيتي كوروليف الضوء الأخضر للبدء في برنامجه.

كان لتقنية الرادار ـ تقنية إضافية بدأت بريطانيا بتطويرها خلال الحرب العالمية الثانية ـ الأثر الفعال في ولوج عصر الفضاء، لما لها من أهمية في عمليات تعقب الصواريخ خلال المراحل الأولى من تطوير أنظمة التحكم والتوجيه والملاحة. وفي عام ١٩٤٨م أرسل سلاح الإشارة الأمريكي إشارة رادار إلى سطح القمر، واستقبل الإشارة المرتدة منه (Earh-Moon-Earh)، وهذا برهن على إمكانية استقبال إشارة مرسلة من الفضاء بطاقة معقولة. وفي عام ١٩٥٤م أرسلت البحرية الأمريكية إشارة تحمل رسالة صوتية إلى سطح القمر، وتم استقبال الإشارة المرتدة منه إلى الأرض.

وهناك تقنيات قادت بشكل غير مباشر للدخول في عصر الفضاء، منها القنابل النووية. ففي عام ١٩٤٩م: امتلك الأمريكيون السلاح النووي وقاذفات قادرة على إيصاله. ولم يكن لدى الروس أي منهما، ولكن عند امتلاكهم السلاح النووي قرروا استخدام الصواريخ بدلاً من الطائرات، مما أدى إلى تطوير الصواريخ العابرة للقارات (Intercontinental Ballistic Missiles-ICBM).

فجرت أمريكا أول قنبلة هيدروجينية عام ١٩٥٢م، ولحق بها الاتحاد السوفيتي بعد تسعة أشهر، وكان سباق التسلح على أشده بين الدولتين. وفي عام ١٩٥٦م تمكن **براون** من إطلاق صاروخ مداه ٥٠٠٠ كم، وصل إلى ارتفاع ١٠٠٠ كم عن سطح الأرض ولكنه فشل في تشغيل المرحلة الأخيرة. كما فشلت محاولة أخرى عندما انفجر الصاروخ وهو على قاعدة الإطلاق في ١٩٥٧/٢/٢٦م.

تمكن **كوروليف** من تصميم صاروخ عابر للقارات في ١٩٥٤م، وتمت أول تجربة للصاروخ البالغ طوله ٩٠م في عام ١٩٥٧م ، ونجحت ثالث تجربة في ١٩٥٧/٨/٢١م.

● سبوتنك أول قمر اصطناعي

أطلق الروس أول قمر اصطناعي هو القمر سبوتنك–١ (Spotnik-I) ـ تعني رفيق السفر باللغة الروسية ـ في ١٩٥٧/١٠/٤م من قاعدة بيكانور بكازاخستان. حمل الصاروخ (SS-6) الذي يزن ٢٦٠ طناً القمر في مدار إهليجي يبلغ ارتفاعه عن سطح الأرض بين ٢١٥ و ٩٣٩ كم.

كان القمر سبوتنك–١ عبارة عن كرة براقة قطرها ٥٨ سم وتزن ٨٣,٦كلجم. ويحمل القمر جهازي إرسال بتردد ٢٠ و٤٠ ميجاهيرتز، كما حمل هوائيين طولهما ٢,٤ و ٢,٩ م. كانت مهمة القمر دراسة الجاذبية الأرضية عن



● القمر سبوتنك ـ١ (Spotnik-I) حول الأرض.

طريق متابعة مداره، كما تمت دراسة طبقة الأيونسفير بواسطة تحليل الإشارات المرسلة من القمر للأرض.

استخدم القمر سبوتنك بطاريات كيميائية لتزويده بالطاقة لفترة لا تتجاوز ثلاثة أسابيع، وقد استطاع الكثير من الناس رؤيته بالعين المجردة، حيث بدا كنقطة براقة تتحرك بسرعة في السماء، وهذا ما أراده الروس بالفعل ليحدث هزة إعلامية عالمية. تعطلت أجهزة الإرسال بعد إطلاق القمر بثلاثة أسابيع وانتهى عمره بسقوطه على الأرض بعد شهرين ونصف من إطلاقه.

بعد شهر من إطلاق سبوتنك ـ١ أطلق الروس القمر سبوتنك ـ٢ في ٣/١١/١٩٥٧م، الذي حمل الكلبة (Laika) ـ النبّاحة باللغة الروسية ـ كأول مخلوق يصل الفضاء بفعل الإنسان.

ويمكن القول: إنه على الرغم من خروج الاتحاد السوفيتي من الحرب العالمية الثانية منهكاً وتكبده خسائر بشرية فادحة ودماراً كبيراً وصراعات وقلاقل داخلية، إلا أنه نجح في إطلاق أول قمر اصطناعي، بفضل قيادة مواطنه **كوروليف** الذي أفنى عمره بعمل دؤوب وحماس شديد. وخلال ١٢ سنة فقط استطاع **كوروليف** أن ينجح في إطلاق أول صاروخ عابر للقارات، وأول قمر اصطناعي، أتبعها بأول رائد فضاء وأول رائدة فضاء.

بعد صنع وإطلاق سبوتنك تحققت أحلام كثيرة للإنسان وتحول من مراقب للفضاء إلى مشارك فيه، وأصبحت هذه الطفرة التقنية الهائلة في تاريخ البشرية حجر أساس للتطور العلمي والاقتصادي والاجتماعي الذي نعيشه الآن.

● الولايات المتحدة في حلبة السباق

أيقظ إطلاق سبوتنك الغرب وخاصة الولايات المتحدة الأمريكية، حيث إنه خلّف هزة عنيفة في الأوساط السياسية والعلمية والعسكرية. وصف أحد الكتاب الأمريكيون الحدث بأنه لم يحدث قط أن خلّف جسم صغير مسالم مثل هذا الذعر، كما سمّاه آخرون "هزة القرن".

بعد هذا الفشل الأمريكي والنجاح الروسي شعر الأمريكيون بأن كرامتهم بلغت الحضيض خاصة أنهم كادوا أن يسبقوا الروس في الوصول إلى الفضاء. وأخيراً نجح الأمريكيون بعد اطلاق سبوتنك بأربعة أشهر في إطلاق القمر إكسبلورر-١ (Explorer-1) في ٣١/١/١٩٥٨م، وهو أسطواني الشكل دار حول الأرض على ارتفاع تراوح ما بين ٣٥٦ و ٢٥٤٨ كم. حمل القمر أجهزة علمية استطاع بها العلماء قياس الإشعاع الكهرومغناطيسي حول الأرض. توصل العلماء فيما بعد إلى اكتشاف حزام إشعاعي محيط بالأرض سُمي فيما بعد بحزام فان ألن (Van Allen Belt) نسبة إلى الفيزيائي الأمريكي الذي قاد فريق العلماء، وأخيراً سقط القمر على الأرض في ٣١/٣/١٩٧٠م.

تأسست في عام ١٩٥٨ وكالتان هما وكالة الفضاء الوطنية الأمريكية ناسا (NASA) و وكالة البحوث المتطورة (ARPA)، وقادت هاتان الوكالتان سباق التسلح الذي كانت أكبر ثماره التطور الهائل في تصنيع الأقمار الاصطناعية.

● دول العالم تدخل الحلبة

توالت دول العالم لتطوير وإطلاق الأقمار الاصطناعية، كما تعددت استخداماتها لتشمل جميع نواحي الحياة، ومنذ عام ١٩٥٧م وحتى الوقت الحاضر تم ـ بنجاح ـ إطلاق أكثر من ٤٠٠٠ قمر اصطناعي معظمها للولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي. ويُطلق كل عام حوالي ١٠٠ قمر لخدمة الأغراض المدنية والعسكرية.



● القمر الأمريكي إكسبلورر-١ (Explorer-1).

● الأقمار السعودية

قام مركز تقنية الأقمار الاصطناعية بمعهد بحوث الفضاء **بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** بالعمل على تطوير وبناء قمرين اصطناعيين صغيري الحجم للاتصالات هي: سعودي سات ١أ، وسعودي سات ١ب. وقد تم إطلاق القمرين في ٢٦/٩/٢٠٠٠م من قاعدة بيكانور بكازاخستان عن طريق الصاروخ الروسي دنبر. يزن كل منهما ١٠كيلو جرام، وهما مكعبي الشكل بطول وعرض ٢٤سم وارتفاع ٢٢سم.

ويعمل القمران على مبدأ التخزين والتحويل الرقمي، وقد أثبتت التجارب كفاية هذه الأقمار في تحويل المعلومات من مواقع نائية وفي تعقب المركبات.

دار القمران حول الأرض على ارتفاع ٦٥٠ كيلومتراً عن سطح الأرض، وبزاوية ميلان قدرها ٦٤°.



تبع ذلك إطلاق أربعة أقمار أخرى وينتظر إطلاق ستة خلال العام الحالي(٢٠٠٦م).

أهمية وخصائص الأقمار الاصطناعية

غيرت الأقمار الاصطناعية حياتنا عما كانت عليه قبل ٤٠ سنة، فمن كان يحلم آنذاك أن يتحدث مع شخص آخر في قارة أخرى وكأنه يجلس بجانبه. ومن كان يحلم أن يشاهد ما يحدث في أي مكان في العالم لحظة بلحظة. ومن كان يحلم أن يسمع إنذاراً بقرب وقوع عاصفة، ومن كان يحلم أن يستطيع أن يعرف مكانه بدقة وكيف يصل إلى وجهته في أي مكان في العالم.

تنقل أقمار الاتصالات المكالمات الهاتفية، والبث التلفزيوني، والبيانات حول العالم. كما تصور أقمار الاستشعار عن بعد الأرض لاكتشاف وإدارة الموارد الطبيعية وتخطيط المدن. وترصد أقمار الطقس جو الأرض لمراقبة الظواهر الجوية المختلفة وتوقع حالة الطقس لأيام قادمة. وتحدد أقمار الملاحة الموقع على الأرض والسماء بدقة عالية وبطريقة سهلة ومتوفرة. كما تلبي الأقمار العسكرية الاحتياجات الاستراتيجية للدول وحماية أمنها.

قادت التطورات التي حدثت بفضل الأقمار الاصطناعية (وبرامج الفضاء عموماً) إلى تطور في علوم وصناعة الاتصالات والاستشعار عن بعد والطب والتحكم الآلي والحاسب والبرمجيات، وإلى استخدامها على الأرض بعد نجاحها في الفضاء. تمتعت برامج الفضاء في بداياتها بدعم مادي وبشري واستراتيجي من حكومات الدول، حيث انعكس هذا الدعم على اختراع العديد من التقنيات الحديثة، وتم تطبيقها لاحقاً في الأنشطة المدنية والتجارية التقليدية بتكلفة يسيرة بعد أن تحملت الأنشطة الفضائية تكاليف البحث.

يتناول هذا العدد والذي يليه العديد من المقالات التي تلقي الضوء على خصائص الأقمار الاصطناعية ومميزاتها وأهم تطبيقاتها ومن مقالات هذا العدد :

● مدرات الأقمار الاصطناعية

يوضح مقال مدارات الأقمار الاصطناعية كيف تدور الأقمار على الأرض، وما القوانين الفيزيائية التي تحكم حركة القمر في مداره. كما سيتطرق المقال إلى العناصر الأساسية لكل مدار وأنواع المدارات واختلاف تطبيقاتها.

● إطلاق الأقمار الاصطناعية

يشرح مقال إطلاق الأقمار الاصطناعية: أساليب إطلاق الأقمار لتصل إلى مداراتها وأشهر محطات الإطلاق العالمية. كما سيتحدث عن تجربة المملكة العربية السعودية في إطلاق الأقمار السعودية.

● مكونات القمر

يصف مقال مكونات القمر: المكونات الرئيسة العامة لأي قمر اصطناعي، والمكونات الخاصة التي تحقق هدف أو مهمة للقمر، مثل: نظام الدفع ونظام الاتصال، ونظام الطاقة والنظام الحراري ونظام الهيكلة.

● الملاحة الفضائية

يشرح مقال الملاحة الفضائية ـ أحد تطبيقات الأقمار الاصطناعية ـ طريقة عمل نظام الملاحة الفضائية، ويعرض أهم تطبيقات هذا النظام وأشهر الأنظمة العالمية.

● متطلبات إنتاج الاقمار الاصطناعية

يصف مقال متطلبات إنتاج الأقمار الاصطناعية: مراحل تصميم وإنتاج الأقمار، ومتطلبات كل مرحلة ابتداءً من تحديد مهمة القمر، ووضع مواصفاته، والتصاميم الأولية والنهائية مروراً بتصنيع أجزاء القمر واختبارها، ثم تجميعها وانتهاءً باختبار القمر وتهيئته للإطلاق.



● المحطات الأرضية

يشرح مقال المحطات الأرضية: مهمات وأنواع ومكونات المحطات التي تتصل بالأقمار لتستفيد من خدماتها أو المخصصة للتحكم بها وتوجيهها.

● مقالات الجزء الثاني

يستعرض العدد الثاني: أهم تطبيقات الأقمار الاصطناعية مثل: الاتصالات الفضائية، حيث سيذكر المقال مميزاتها ومكوناتها، والخدمات التي تقدمها وأبرز الأنظمة العالمية. ويستعرض مقال الأقمار العسكرية: أنواعها وتطبيقاتها وأنظمة الدول العظمى. كما يقدم مقال أقمار الطقس نبذة عنها وتقنياتها وتطبيقاتها. ويحتوي العدد على مقال عن تطبيقات أخرى للأقمار الاصطناعية مثل: الفلك والبحث والإنقاذ. أما مقال أقمار الهواة فإنه يشرح مكونات محطة الاتصال المنزلية والمتحركة الخاصة بتلك الأقمار وكيفية الاستفادة منها و بناءها.



كذلك يستعرض الجزء الثاني برنامج أقمار الاتصالات السعودية الصغيرة (سعودي كمسات) وطريقة عمله ومواصفاته وتطبيقاته، ومقال عن القمر السعودي التجريبي الأول للاستشعار عن بعد حيث يصف مكوناته وأنظمته المختلفة.



تعد (قوة الجاذبية) إحدى القوى الأساسية الأربع في الطبيعة، فهناك إلى جانبها (القوة الكهرومغناطيسية) و (القوة النووية) و (القوة النووية الضعيفة). وعلى الرغم من أن (قوة الجاذبية) هي الأضعف بين هذه القوى، إلا أنه كان من الطبيعي أن تكون (قوة الجاذبية) هي القوة التي جذبت اهتمام الإنسان قبل غيرها من القوى الأساسية، وذلك لتأثيرها المباشر عليه وعلى محيطه المُشاهد. وما زالت (قوة الجاذبية) هي أصعب هذه القوى في الفهم والتحليل والقياس، حيث خضعت طبيعتها لقرون طويلة من الدراسات والقياسات، وما زالت إلى يومنا هذا تشغل قدراً كبيراً من جهود الفيزيائيين وتحرّياتهم.

وعبر تاريخ البشرية الطويل نجد أن هناك مراحل مفصلية وركائز أساسية تصنع منطلقات لرؤى جديدة، وتطور المدارك والمفاهيم، وتساهم في اكتشاف السنن الكونية. ولقد تأمّل الفلاسفة اليونانيون القدامى في آفاق محيطهم ليخلصوا إلى أن الأرض تتكوّن من أربعة عناصر وهي: التراب والماء والنار والهواء. وجاء الفيلسوف الإغريقي **أرسطو** (ت ٣٢٢ ق.م) في مرحلة لاحقة ليضيف إلى هذه التركيبة عنصراً خامساً ظنّ أنه العنصر الذي تتكوّن منه السماء، وأطلق عليه اسم (الأثير).

أما (حركة الأجسام) في الطبيعة؛ فعلى الرغم من أنها ظاهرة قديمة قدم الكون نفسه، إلاّ أن الإنسان لم يتمكّن من اكتشاف القوانين التي تحكم هذه الحركة وتفسّر سلوكها إلاّ منذ ما يقارب الأربعة قرون فقط، وذلك بالرغم من جهود الفلاسفة والمفكرين على مدى قرون سابقة، ولكنها لم تؤت ثمارها كما ينبغي لأنها شغلت نفسها بأسئلة غير قادرة على توليد إمكانات الإجابات الصحيحة، فشغل الفلاسفة اليونانيون أنفسهم بالسؤال: (لماذا تظهر الحركة في الأجسام؟)، وكانت الإجابة من طبيعة السؤال؛ فانطلاقاً من مفهوم العناصر الأربعة التي تتكوّن منها الطبيعة، واستناداً إلى (الفلسفة العضوية) المبنية على (الغائية) حيث إن لكلّ شيء غاية، اعتقد **أرسطو** أن الأجسام تتحرّك باحثة عن مكانها (الطبيعي) في الكون؛ فالأجسام الثقيلة، التي تتكوّن أساساً من التراب والماء، تسقط نحو الأرض، وأما الأجسام الخفيفة، مثل الدخان والسحب، فإنها ترتفع إلى أعلى لأن مكانها (الطبيعي) هو السماء.

وانطلاقاً من تلك (الرؤية العضوية) فإن حركة الأجسام وفق تصوّر **أرسطو**، تنحصر في اتجاهين فقط: إما إلى أعلى وإما إلى أسفل، وتنجم خاصيّة السقوط والارتفاع عن خاصيّة الأجسام نفسها ولا علاقة لها بأيّ مؤثرات خارجية مثل الأرض أو غيرها، ولذا فإنها تهوي نحو الأرض بتناسب طردي مع وزنها، فلو ألقينا جسمين مختلفي الوزن من مكان عالٍ، فإن الأثقل منهما يصل إلى الأرض قبل الأخف، وبسرعة تتناسب مع وزنه.

أما الأجرام السماوية فقد اعتقد **أرسطو** أنها محكومة بقوانين تختلف عن القوانين السارية على الأجسام الأرضية، فالأجرام السماوية في رأيه: هي أجسام مثالية تنتمي إلى عالم الكمال، ولذا فإن حركتها ينبغي أن تكون حركة دائرية؛ لأنها تتميّز بالكمال، وأما الأجسام الأرضية فإنها جزء من عالم قاصر غير كامل؛ ولذا فإنها تتحرّك في خطوط مستقيمة، فالخطّ المستقيم نمط من أنماط الحركة المحدودة، وهذا يليق بالعالم القاصر.

لقد كان للعلماء المسلمين اهتمامات واضحة بـ(علم الحركة) الذي أطلقوا عليه اسم (علم الحيل)، واشتملت جهودهم على تجارب مفيدة وملاحظات صائبة في طبيعة حركة الأجسام وصناعة الآلات المتحرّكة بنفسها أو بجهد يسير. وكان من أبرز العلماء المسلمين في هذا المجال **الحسن بن الهيثم** (ت ١٠٣٩م)، والشيخ الرئيس **ابن سينا** (ت ١٠٣٧م)، **وأبو الريحان البيروني** (ت ١٠٣٦م)، **وهبة الله بن ملكا البغدادي** (ت ١١٥٦م).

التغيّر الجذري في الفكر البشري

إن التغيّر الجذري، الذي طرأ مع بزوغ (الثورة العلمية) في القرن السابع عشر الميلادي، انطلق من تغيير صيغة السؤال؛ فبدلاً من أن يكون فلسفياً (لماذا تتحرّك الأجسام؟)، فإنه تبنّى صيغة علمية دقيقة ليصبح (كيف تتحرّك الأجسام؟)، وبذلك

نهج منهجاً كمياً يعتمد على القياس والتجربة، وصياغة النتائج في قوانين رياضية منضبطة، ليُرسي بذلك القاعدة الصلدة لـ(المنهج العلمي) الذي استطاع - في أقلّ من أربعة قرون - أن يغيّر أنماط الحياة ومعالم الأرض، ويجوب آفاق السماء، ويتلمّس رحاب الكون.

إنه من الواضح أن السؤال العلمي (كيف؟) أكثر تواضعاً من السؤال الفلسفي (لماذا؟)؛ فبإمكان أيّ شخص أن يلجأ إلى ما يتوفّر لديه من أدوات قياس لإجراء تجارب على (الحركة) وغيرها من الظواهر الطبيعية، ومهما كانت هذه القياسات بدائية ومحدودة فإنها كفيلة بإعطاء بعض الإجابات - وإن كانت جزئية - عن كيفيّة تلك الظاهرة وبعض عناصرها المؤثرة.

كانت التجربة الأبرز في هذا المضمار من نصيب العالم الإيطالي **جاليليو جاليلي** (ت ١٦٤٢م) الذي استطاع أن يجتثّ (فيزياء **أرسطو**)، من جذورها على الرغم مما جابهه من صعاب ومعوّقات ليس أقلّها استعداء الكنيسة عليه، مما قاده في نهاية حياته إلى الإقامة الجبرية بحكم من الكنيسة التي وجدت في أعماله ونتائجه خروجاً صريحاً على المبادئ الكنسية.

لقد أجرى **جاليلي** تجربته الشهيرة المعروفة باسم (المستويات المائلة) لاكتشاف طبيعة (السقوط الذاتي الحر) للأجسام، فقد كانت الحقيقة المشاهدة أن الأجسام تسقط إلى أسفل عند إفلاتها من علوّ، وتزداد سرعتها مع الزمن، وتتناسب هذه السرعة طردياً مع كتلة الجسم. فالأجسام الثقيلة تكتسب سرعة أكبر من الأجسام الخفيفة أثناء سقوطها نحو الأرض. وكان تعليل **أرسطو** لتفسير تلك الظاهرة هو: أنه كلما زادت المادة (الترابية) في الجسم كان أكثر شوقاً للعودة إلى وضعه (الطبيعي) وبلوغ غايته على سطح الأرض!.

لم يرق ذلك التعليل الفلسفي **لجاليلي**؛ فانصرف إلى إجراء تجارب عمليّة للتأكّد من كيفيّة (السقوط الذاتي) ووضْعه في إطار علمي دقيق، ولو أن **جاليلي** لجأ إلى إسقاط الأجسام رأسياً من منطقة عالية وقياس زمن سقوطها، لما تمكّن من الخلوص إلى نتيجة عمليّة بسبب قصر الزمن الذي يستغرقه الجسم في السقوط رأسياً، فعلى سبيل المثال لو أن **جاليلي** لجأ إلى أعلى مبنى في إيطاليا في ذلك العصر (برج بيزا)، وألقى بأجسام ثقيلة من ذلك الارتفاع لما استغرق زمن السقوط أكثر من أربع ثوان.

ولذا احتالت عبقرية **جاليلي** على تلك الصعوبة؛ فقام باستخدام كرات ثقيلة نسبياً متساوية في الحجم ومختلفة في الوزن وناعمة الملمس لتقليل أثر الاحتكاك، وقام بدحرجتها على مستويات ملساء مائلة تتغير زاوية ميلها مع الأفق من تجربة إلى أخرى وذلك لزيادة زمن السقوط، واستطاع بذلك قياس المسافات المقطوعة والأزمنة المستغرقة لزوايا متعدّدة للمستويات المائلة؛ ليُثبت بالحساب والقياس عدم اعتماد سقوط الأجسام إلى الأرض على طبيعة الجسم أو وزنه؛ فكلّ الأجسام تزداد سرعتها عند سقوطها بالقيمة نفسها؛ أيّ أن لها التسارع نفسه الذي حسبه **جاليلي** ليجد أنه يساوي (٩,٨ أمتار لكل ثانية).

لقد كان لتلك التجربة التاريخية دلالات عميقة على الصعيد المنهجي والفهم العلمي لطبيعة (الحركة)، وكانت مدخلاً لفهم وتفسير الظواهر الطبيعية المختلفة وفق (الفكر والتحليل الميكانيكي)، ومهّدت السبيل للروّاد العمالقة من بعده، وهذا ما حدا بالفيلسوف الألماني **إيمانويل كانط** ليعلق فقال: " عندما قام **جاليليو** بدحرجة كراته على مستوى مائل تفجّر نور جديد على كلّ الباحثين المهتمّين بدراسة الطبيعة ".

يوحنا كبلر على الطريق

لقد أوقف الفلكي الألماني **يوحنا كبلر** حياته (ت ١٦٣٠م) على تحليل الكمية الهائلة من القياسات والملاحظات الفلكية التي قام بها أستاذه الفلكي الدنماركي **تايخو براها** (ت ١٦٠١م)، واستطاع في ضوئها أن يكتشف قواعد لحركة الأجرام السماوية، تمثّلت في ثلاثة قوانين رياضية تصف أفلاك هذه الأجرام وحركتها، وحدّدت أن الكواكب في المجموعة الشمسية تتحرّك في مدارات بيضاوية حول الشمس، وكان الأساس الوحيد الذي استند عليه **كبلر** هو ما توفّر لديه من قياسات فلكية، وبدون قانون عام يسمح باستنباطها، أو أيّ مبرر فيزيائي لتعليل تلك القوانين أو تفسيرها. أما بالنسبة للسبب الذي يجعل الكواكب تطوف حول الشمس في مدارات بيضاوية، فلم يكن لدى **كبلر** من حلٍّ أو تفسير سوى اللجوء إلى أن الكواكب تخضع لقوة جاذبة شبيهة بالمغناطيسية، وهي قوة في رأي **كبلر** تنبثق عن الشمس.

نيوتن في الساحة

لقد اهتمّ العالم البريطاني **إسحاق نيوتن** (ت ١٧٢٧م) بمحاولة فهم سبب سقوط الأجسام إلى الأرض، وأما قصّة تلك التفاحة الأسطورية التي زعموا أنها سقطت على رأسه فهي - بطبيعة الحال - بعيدة عن طبيعة العمل العلمي ودوافعه، على الرغم من أن **نيوتن** ذكر سقوط التفاحة كمثال لظاهرة الجاذبية التي استرعت انتباهه، وراح **نيوتن** في عام ١٦٦٥م يجمع كلّ المعلومات الموجودة في الساحة العلمية آنذاك عن حركة الأجسام وظاهرة (السقوط الحر)، فاطّلع على أعمال **جاليلي**، ومحّص

نتائج **كبلر**، ليقدّم للبشرية أكبر انطلاقة علمية في التاريخ، وذلك في كتابه (الأصول الرياضية للفلسفة الطبيعية) الذي نشره في عام ١٦٨٧م، والذي احتوى على نظرية **نيوتن** في الحركة والجاذبية عبر (قوانين الحركة الثلاثة) و(القانون العام للجاذبية الكونية).

لقد أفلحت تلك القوانين في تفسير مظاهر (الحركة) في الكون؛ فالقفزة الكبرى التي حقّقها **نيوتن** أنه اخترق (المفهوم الأرسطي) الذي يميّز بين الحركة على الأرض، وحركة الأجرام السماوية ليُعلن أن قوانين الحركة واحدة في الكون بأسره، ولا يوجد تميّز لحركة الأجرام السماوية على الأجسام الأرضية، وقفز **نيوتن** بالفكر البشري من مجرّد المقولة: إن (الأجسام تسقط) إلى المقولة بأن (كلّ شيء في الكون يجذب كلّ شيء آخر).

لقد كان لتلك القفزة الكبرى دلالاتها العميقة على الأصعدة الفكرية والعلمية والتقنية، فوضع **نيوتن** بذلك أوّل (رؤية توحيدية) في العلوم الطبيعية حيث أصبح المسار العلمي المعتمد يهتمّ بتوحيد الظواهر الطبيعية، وإدخال أكبر عدد ممكن منها في إطار نظري موحّد لتخضع جميعها، مع اختلاف تأثيراتها وأشكالها، لعدد محدود من القوانين الجامعة. وهكذا أصبح هدف العلم النهائي هو إيجاد نظرية واحدة تصف الكون بأسره.

لقد اهتمّ **نيوتن** بتجميع ما تبعثر من الوقائع الجزئية؛ فتأمّل حال التفاحة التي سقطت أمام ناظريه، وتمعّن في كرات **جاليلي** التي تتدحرج إلى أسفل، وحلّل قوانين **كبلر** التي أفصحت عن دوران الكواكب في مدارات بيضاوية حول الشمس، وتدبّر في حركة القمر حول الأرض، ونظر في ظاهرة (المدّ والجزر) في البحار والمحيطات؛ وكلّها أمور تبدو متفرقة ومتباينة، ولكن **نيوتن** استطاع استقراء هذه الجزئيات ليخلص إلى حقيقة واحدة عامة تربط بين مجموعة هائلة من الظواهر الطبيعية على الأرض، وتهيمن على حركة الأجرام السماوية.

لا بدّ أن **نيوتن** قد تساءل في تقصّيه الرائع لظاهرة الجاذبية: (لماذا تسقط التفاحة إلى أسفل ولا ترتفع إلى أعلى؟، ولماذا تتسارع التفاحة بتسارع ثابت وهي تسقط متجهة نحو الأرض؟. لا بدّ أن هناك قوة تؤثر عليها وتجذبها نحو الأرض. ثم هل هناك علاقة بين القوة التي أثّرت على التفاحة، وبين القوة التي تؤثّر على القمر فتحفظه في مدار محدّد حول الأرض لا يمكنه الإفلات منه؟، وهل هناك من سبب يجعل الأرض هي الوحيدة في هذا الكون التي تتمتّع بخاصيّة الجاذبية؟. لماذا لا تكون هذه الخاصيّة مودعة في بقية الأجسام والأجرام في كون الله الفسيح؟، ولماذا لا تكون هذه الجاذبية هي المسؤولة عن حفظ الكواكب في أفلاكها حول الشمس. أما السؤال الكبير فهو لماذا لا تكون هذه الخاصيّة خاصيّة كونية تمتلكها كلّ الأجرام والأجسام بما في ذلك الكواكب والنجوم؟).

من تلك الرؤية الجامعة تمكّن **نيوتن** من الخلوص إلى (نظرية الجاذبية الكونية)، وبذلك استطاع، في إطار جامع لقانون الجاذبية مع قوانينه الثلاث للحركة، أن يصف في صيغة رياضية منضبطة كلّ الظواهر الكونية المرتبطة بحركة الأجسام الأرضية والأجرام السماوية، وأن يجعل من (قوانين **كبلر**) نتائج طبيعية لنظريته، وينصّ (القانون العام للجاذبية الكونية) على أن: "كلّ جرم في الكون يجذب كل جرم آخر بقوة تتناسب طردياً مع ناتج ضرب كتلتيهما، وتتناسب عكسياً مع مربع المسافة بينهما".

● الأجرام تدور حول بعضها وفقاً للقانون العام للجاذبية الكونية.

ولذا فإن (القانون العام للجاذبية الكونية) يوصف بأنه (أكبر تعميم أنجزه الفكر البشري)، ومن هذا المنطلق عقّب العالم الفرنسي **بيير دو لابلاس** على هذا الأمر بقوله: "إن **نيوتن** كان محظوظاً مرّتين؛ المرّة الأولى لأنه كان يمتلك قدرة لاكتشاف أساس الكون الفيزيائي، والمرّة الثانية لأنه لا يمكن أن يكون له منافس أبداً نظراً لأنه لا يوجد إلاّ كون واحد يُمكن اكتشافه".

لماذا لا تسقط الأقمار الاصطناعية على الأرض

إن الأقمار الاصطناعية لا تسقط على الأرض لذات السبب الذي يجعل القمر الطبيعي يبقى في مداره، ويفرض على الكواكب أن تدور حول الشمس. ووفقاً لـ (القانون العام للجاذبية الكونية) فإن الأرض تجذب القمر الاصطناعي، ولكن يبقى السؤال: (لماذا لا يسقط القمر على الأرض تحت تأثير هذه الجاذبية؟)، والجواب بكلّ بساطة أن القمر الاصطناعي يسقط بالفعل نحو الأرض، ولكنه لا يصطدم بها!.

يمكن فهم هذه الحقيقة العلمية بالتأمّل في حركة أيّ قذيفة حيث نجد أنها تهوي نحو الأرض في مسار معيّن على شكل (قطع مكافئ) من أبرز ملامحه أنه يمتدّ أفقياً، ونجد أنه كلّما زادت سرعة إطلاق القذيفة، ازدادت تلك المسافة الأفقية قبل أن ترتطم القذيفة بالأرض.

يُمكننا ـ بطبيعة الحال ـ أن نتخيّل الوضع عندما تبلغ سرعة القذيفة مقداراً معيّناً يكون عندها انحناء مسار القذيفة مساوياً لانحناء سطح الأرض، فتستقرّ القذيفة حينئذ في مدار ثابت حول الأرض، وتبقى في مدارها ذاك إذا أهملنا الاحتكاك بالهواء.

إن ذلك التوازن بين (قوة التجاذب) و(قوة الطّرد المركزية) الناتجة عن سرعة الجرم هو الذي يجعل القمر الاصطناعي يدور حول الأرض، كما أن هذا التوازن يجعل الأرض تطوف حول الشمس؛ فلو تحرّكت الأرض بسرعة أقلّ من سرعتها



● قمر اصطناعي.

الحالية لهوت نحو الشمس، ولو كانت قوة جاذبية الشمس أصغر مما هي عليه لانطلقت الأرض بخطٍّ مستقيم في الفضاء.

وهكذا نجد أنه يجب حساب (السرعة المناسبة) للقمر الاصطناعي عند وضعه في المدار المطلوب ليبقى في حركته حول الأرض، ومن المهم ـ أيضاً ـ أن يتمكّن القمر من تجاوز (الغلاف الجوي) للأرض الذي يحتوي على جسيمات تبطئ من سرعته بفعل (قوة الاحتكاك). ولذا كان من الضروري تطوير تقنيات صناعة الصواريخ لأن الصاروخ يستطيع النفاذ من الغلاف الجوي ووضْع القمر في المدار المطلوب؛ نظراً لأنه لا يحتاج إلى وسط لحمله كما هو الحال مع الطائرات التي يحملها الهواء.

تعتمد الصواريخ في حركتها على القانون الثالث لنيوتن الذي ينصّ على أنّ "لكلّ فعل ردّ فعل مساوٍ له في القوة ومعاكس له في الاتجاه"؛ فعندما تندفع غازات احتراق الوقود عبر نفاثات الصاروخ بقوة كبيرة ينشأ عنها (ردّ فعل) وهو حركة الصاروخ في اتجاه معاكس لانطلاق غازات الاحتراق.

آينشتاين في قلب الأحداث

لقد صمدت مفاهيم **نيوتن** ونظريته في الجاذبية حتى عام ١٩١٥م عندما تصدّى لها العالم الألماني **ألبرت آينشتاين** (ت ١٩٥٥م) في (النظرية النسبيّة العامّة)، التي خلص فيها إلى أن وجود جسم مادّي يؤدّي إلى حدوث تشوّه في (الزمان) و(المكان)؛ أيّ يؤدّي إلى انحناءٍ في (الفضاء الزمكاني) ذي الأبعاد الأربعة المحيط بالجسم؛ فينزلق ما يجاور هذا الجسم انزلاقاً حوله، وتعتمد شدّة هذا الانحناء وعُمْقه على كتلة الجسم المادّي، فكلما زادت الكتلة زاد هذا الانحناء حولها مما يأسر حركة الأجسام المجاورة لتنزلق على المسار الأسهل الذي تقتضيه طبيعة التحدّب أو الانحناء، وهذا التأثير هو الذي نطلق عليه اسم (الجاذبية).

تنطلق (النظرية النسبية العامة) من (مبدأ التكافؤ) الذي ينصّ على أن (تأثير الجاذبية مكافئ تماماً لتأثير التسارع)؛ فعلى سبيل المثال: لا يُمكن لشخص في مصعد قابع على الأرض أن يميّز بين هذه الحالة وبين حالته لو كان في مصعد آخر يتسارع في الفضاء بتسارع الجاذبية بمنأى عن أيّ قوى خارجية؛ ففي كلتا الحالتين تكون النتائج الفيزيائية واحدة؛ فلو أفلت الرجل في أيٍّ من المصعدين جسماً فإنه يسقط سقوطاً حراً بالتسارع المعهود إلى أرضية المصعد.

وهكذا نجد أن (قصّة الجاذبية) قد مرّت بقفزات كبرى؛ فتحوّلت من مجرّد (سلوك طبيعي) يمتلكه الجسم ذاته لتحقيق غايته كما عند **أرسطو**، إلى قوة كونية تؤثّر عن بُعْد وتخضع لقانون **نيوتن** للجاذبية الكونية، لتصبح عند **آينشتاين** مجرّد خاصيّة هندسية من خصائص (الزمكان) الرباعي الأبعاد.

وفي الواقع: إن (النظرية النسبية العامة) معقّدة رياضياً، ولذا فإنها تتطلّب قاعدة رياضية صلبة للتعامل معها، ولكنها نظرية أثبتت نجاحها، حيث تنبأت ببعض الظواهر الطبيعية التي تأكّدت تجريبياً فيما بعد. ومن أبرز نتائجها: أن الجاذبية تؤثّر على الضوء بحرف مساره نحوها، مما يعني التنبؤ بانحناء الضوء عند مروره بالقرب من جرم مادّي ضخم.

إنه من الصعوبة بمكان قياس هذه الظاهرة على الأرض؛ فعلى سبيل المثال لو أطلقنا شعاع ليزري في اتجاه الأفق، فإنه سينحرف نحو الأرض بحوالي سنتيمتر واحد بعد أن يقطع مسافة ستة آلاف وخمسمائة كيلومتر قبل أن ينطلق إلى الفضاء الرحب، ولكن التنبؤ بانجذاب الضوء إلى الأجسام المادّية أصبح حقيقة علمية عندما تمكّن الفلكي البريطاني **آرثر إدنجتون** من قياس انحراف الضوء القادم من أحد النجوم عند مروره بالقرب من الشمس وذلك خلال دراسته لكسوف كلّي للشمس في غرب أفريقيا في عام ١٩١٩ م.

ولا تزال (قصّة الجاذبية) تشغل أذهان مجموعة من أفضل العقول الفيزيائية في العالم، وما زالت الأعمال النظرية والجهود التجريبية حثيثة في مضمار فهم (ظاهرة الجاذبية)، وسبر ماهيتها، وقياس آثارها، ومحاولات ربطها بـ(نظرية الكم) و(القوى الأساسية) الأخرى، ولكننا لحسن الحظ لا نحتاج إلى أكثر من قوانين **نيوتن** الثلاثة للحركة وقانونه للجاذبية الكونية لمعرفة تفاصيل حركة الأجسام الأرضية أو حساب مسارات المركبات الفضائية، وتحديد مواقعها وأهدافها وحركتها بدقة وانضباط.

ومن طريف ما يُذكر أنه عندما سألت قيادة التحكّم الأرضي في وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) رائد الفضاء **ويليام أندرز**، الذي كان على متن سفينة الفضاء (أبولو ٨) عام ١٩٦٨م، عن اسم الشخص، الذي كان يقود المركبة، أجاب: (إنني اعتقد أن **إسحاق نيوتن** هو الذي يتولّى الآن معظم عملية القيادة).

المراجع:

أولاً: **المراجع العربية**:

١) **عمر فروخ**: تاريخ العلوم عند العرب، دار العلم للملايين، بيروت، ١٩٧٧م.

٢) **محمد عبد الرحمن مرحبا**: آينشتاين والنظرية النسبية، دار القلم، بيروت، الطبعة الثامنة، ١٩٨١م.

٣) **خضر محمد الشيباني**: الفيزياء للأدباء، الدار السعودية للنشر والتوزيع، جدة، الطبعة الثانية، ٢٠٠٢م.

ثانياً: **المراجع الإنجليزية**:

1)**Hugh Kearney:** Science and Change 1500-1700, World University Library, London, 1971.

2) **Nigel Calder:** Einsteins Universe, Penguin Books, England, 1979.

3) **Lloyd W.Taylor:** Physics:The Pioneer Science, Vol.1, Dover Publications, New York, 1959.

4) **Stephen W.Hawking,** A Brief History of Time, Bantam Press, London, 1988.

الملاحة الفضائية

د. عبدالعزيز الصقير

منذ قدم التاريخ والإنسان يريد معرفة موقعه الحالي واتجاهه، وكيف يصل إلى وجهته، ففي العصور الأولى اعتمد الإنسان في تنقله على تذكر العلامات البارزة كنقاط مرجعية للاستدلال، كأكوام الحجارة أو المعالم الطبيعية كالجبال والأنهار. قد تنجح هذه الوسيلة على نطاق ضيق فقط؛ لذا لم يستطع الإنسان الابتعاد كثيراً عن موطنه بهذا الأسلوب.

ازدادت المعضلة سوءً عندما أراد الإنسان خوض عباب البحر، وذلك لانعدام العلامات البارزة هناك، لذا اقتصر على الإبحار بمحاذاة السواحل وفي النهار، ثم بدأ بعد ذلك الاستدلال بالنجوم مساءً، حيث تختلف تشكيلة النجوم باختلاف الموقع. ثم استخدام أجهزة تقيس بدقة الزوايا بين النجوم، وبها استطاع الإنسان أن يقيس الموقع بدقة تصل إلى بضعة كيلومترات، غير أن هذه الوسيلة قيَّدت الملاحة لتكون في المساء وعندما تكون السماء صافية، ثم استخدمت البوصلة فيما بعد لتحديد الاتجاه في البر والبحر، ثم استخدمت آلة السُّدسيّة (Sextant) لتحديد خط العرض.

وفي منتصف القرن الماضي استخدمت الإشارات اللاسلكية (إشارات الراديو) في تحديد المواقع، ووصلت دقة تحديد الموقع، بهذا النظام إلى ٣٠٠ متر. وقد استخدمت هذه الطريقة بكثرة خلال الحرب العالمية الثانية، فقد خصص نظام لوران(LORAN) الأمريكي لتحديد مواقع السفن الحربية في البحار. ولمحدودية عدد المحطات الممكن إنشاؤها في العالم فقد غطى هذا النظام حوالي ٥٪ فقط من مساحة الأرض، كما أن دقة تحديد الموقع تتغير باختلاف المكان.

تلا ذلك استخدام طريقة التثليث (Trilateraltion) ـ يتم تفصيلها لاحقاً ـ لتحديد الموقع، والتي تعتمد على قياس المسافة، ويتألف الجزء الأول منها من ثلاث محطات إرسال على الأقل. ترسل كل محطة إشارة تحمل موقعها ووقت إرسالها، ويجب أن تكون الساعات في جميع المحطات متزامنة مع بعضها بدقة، لأن دقة تحديد الموقع تعتمد على دقة ساعات المحطات، فخطأ في قياس الزمن بواحد من المليون من الثانية يعطي خطأً في تحديد الموقع بحوالي ٣٠٠ متر.

يتكون الجزء الثاني من النظام من أجهزة تستقبل إشارات المحطات. تقوم هذه الأجهزة بتقدير موقعه، وذلك بحساب المسافة بينه وبين تلك المحطات. ومن معرفة هذه المسافات يمكن تحديد موقع الجهاز بالنسبة للمحطات الثلاث. تُحسب المسافة بين الجهاز وكل محطة بتحديد الزمن الذي استغرقته هذه الإشارات للوصول إلى الجهاز باستخدام المعادلة التالية:

المسافة = السرعة × الزمن

حيث إن السرعة هي سرعة الضوء وتساوي ٣٠٠٠٠٠ كم/ ثانية.

تعتمد مساحة المناطق التي تخدمها مثل هذه الأنظمة الأرضية على عدد محطات الإرسال الموجودة. ولكن نظراً لصعوبة إنشاء محطات إرسال في المناطق النائية والمحيطات، فإنه يصعب خدمة هذه المناطق مع أنها بأمس الحاجة لتحديد المواقع فيها. ومع أنه لا يمكن استخدام هذه الأنظمة لتحديد الارتفاع في موقع ما وكذلك للتغطية العالمية، إلا أنه يمكن استخدامها في تحديد المواقع بدقة معقولة.

نظام الملاحة الفضائي

أدرك العلماء ـ بعد إطلاق أول قمر اصطناعي ـ أن الإشارة المرسلة من القمر يمكن استخدامها لتحديد المواقع، وذلك لأن القمر معروف مكانه بدقة في أي وقت. وبالتالي فإن أقمار الملاحة الفضائية تقوم بدور المحطات الأرضية في المثال السابق، إذ يعرف موقع كل منها في الفضاء بدقة تامة منذ لحظة إرسال الإشارة. ومع أن هذه الأقمار تسبح في الفضاء وليست ثابتة، إلا أن موقعها معروف على الدوام، لذا فإن دورانها حول الأرض لن يؤثر على عملية تحديد الموقع على الأرض.

تحدد أجهزة تحديد المواقع الأرضية موقعها بالاستفادة من إشارات أقمار الملاحة . ويتطلب ذلك وجود جهاز تحديد المواقع في مكان يستقبل إشارات مباشرة لأن إشارات الأقمار ضعيفة لاتخترق العوائق الطبيعية أو الاصطناعية. لذا لا تستطيع هذه الأجهزة حساب الموقع داخل المباني والأنفاق وتحت الجسور، وللتغلب على ذلك يمكن استخدام طريقة التثليث التي تحتاج إلى معرفة موقع أربعة أقمار أو أكثر في الفضاء ، والمسافة بين جهاز تحديد المواقع وكل قمر. ولحساب موقع القمر تقوم محطات أرضية برصد كل قمر وتحديد مايعرف بعوامله المدارية (Orbital Elements) والتي يمكن بواسطتها حساب موقعه في الفضاء كل لحظة ، حيث ترسل محطات التحكم هذه البيانات للقمر ليقوم بإرسالها للأرض كجزء من الإشارة المرسلة ويستقبلها الجهاز ويحسب منها موقع القمر عن طريق معرفة مدة وصول الإشارة بتزامن إشارة رقمية خاصة بين القمر والجهاز، حيث يولد القمر شفرة خاصة ويرسلها كجزء من إشارته التي يستقبلها جهاز تحديد المواقع، ويولد الجهاز نفس الشفرة المعروفة لديه مسبقا. وبمقارنة تزامن هاتين النسختين من نفس الشفرة يحسب الجهاز الفرق الزمني بينهما الذي يساوي المدة التي استغرقتها إشارة القمر .

بعد معرفة الجهاز لمواقع عدة أقمار استقبل إشاراتها والمسافة بينه وبينها، يمكنه تطبيق طريقة التثليث لحساب موقعه



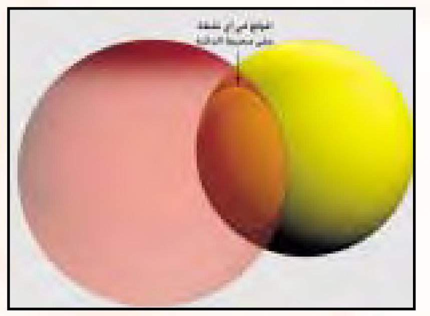
● شكل (١) يقع الجهاز على سطح كرة بمسافة محددة من القمر.

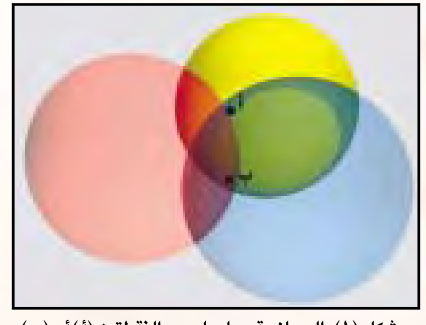
وذلك بحساب موقع أربعة أقمار (على الأقل) والمسافة بينه وبين كل منها، وذلك على النحو التالي:

١ـ من القمر الأول يحدد الجهاز موقعه من نقطة معروفة الموقع. أي أنه يقع في مكان ما على كرة مركزها موقع القمر ونصف قطرها يساوي المسافة بينهما، شكل (١).

٢ـ من إشارة القمر الثاني يحدد الجهاز أنه يقع على كرة ثانية (الكرة الحمراء) يساوي نصف قطرها المسافة بينه وبين القمر الثاني ومركزها موقع القمر الثاني. وبما أن الجهاز يجب أن يقع على سطح الكرتين معا فإن هذا لايحدث إلا في تقاطع تلك الكرتين (الدائرة البرتقالية) كما هو موضح بالشكل (٢).

٣ـ من إشارة القمر الثالث (الكرة الزرقاء) يحدد الجهاز موقعه في تقاطع الكرات الثلاث، أي على إحدى النقطتين (أ) أو (ب)، شكل (٣).


● شكل (٢) الجهاز يقع في دائرة التقاء الكرتين.



● شكل (١) الجهاز يقع على إحدى النقطتين (أ) أو (ب).

٤ـ تقع إحدى النقطتين خارج الكرة الأرضية، ولذا يمكن تحديد خطى الطول والعرض من إشارات ثلاثة أقمار فقط. أما القمر الرابع فيفيد في تحديد الارتفاع عن سطح الأرض وتحسين دقة تحديد الموقع. ولأن ساعات أجهزة تحديد المواقع ليست بدقة ساعات القمر، فإن هذه الأجهزة تستفيد من إشارة القمر الرابع في تحسين دقة ساعتها.

تاريخ الملاحة الفضائية

بدأت الملاحة الفضائية عندما أطلقت البحرية الأمريكية أول أقمار النظام الملاحي ترانزت (Transit) في عام ١٩٦٠م، حيث استخدمته السفن والغواصات وحاملات الطائرات لتحديد مواقعها. كان هذا النظام يتكون من ستة أقمار تدور في مدار قطبي على ارتفاع ٨٥٠ كم وثلاث محطات تحكم أرضية، حيث وصلت الدقة ما بين ٨٠ إلى ١٠٠ متر، ولكن هذه الدقة تتحسن أكثر لتصل إلى ٥ م عند تكرار حساب الموقع لأكثر من مرة على عدة أيام، أي أن هذه الدقة العالية لا تتوفر للعربات والسفن المتحركة.

انتهى العمل بهذا النظام عام ١٩٩٦م، وتولدت عنه منظومة أقمار الملاحة المتطورة نافستار (NAVSTAR) والتي أطلق أولها في عام ١٩٧٨م، وقد عُرف هذا النظام فيما بعد بنظام تحديد المواقع العالمي (Global Positioning System- GPS).

تطبيقات أنظمة الملاحة الفضائية

بعد نجاح أقمار الملاحة في تحديد المواقع ظهرت استخدامات عديدة لم ترد في خلد مصممي النظام، فقد بدأ الاستخدام المدني لأنظمة الملاحة الفضائية مثل (G P S) مع بداية حرب الخليج الثانية، ثم انتشر بوتيرة متسارعة، وأصبح باستطاعة أي شخص في أي مكان بالعالم وتحت أي ظروف جوية معرفة موقعه بدقة عن طريق تحديد خط الطول والعرض والارتفاع، وكذلك تحديد الوقت بدقة شديدة؛ وذلك باستخدام جهاز صغير ورخيص وسهل الاستعمال. تعددت استخدامات هذه الأنظمة في اليابسة والبحر والجو وحتى الفضاء، وسوف تزداد تطبيقاته في المستقبل لتشمل المساعدة في هبوط



الطائرات في الأحوال الجوية السيئة وفي سيارات النقل والركاب، وتطبيقات أخرى عديدة. أهمها ما يلي:

● المساحة ونظام المعلومات الجغرافي

يعد نظام المعلومات الجغرافي (Geographic Information System - GIS) أهم تطبيق للملاحة الفضائية، وهو عبارة عن قاعدة بيانات لوصف مكان ما على الأرض. حيث تُحدد أقمار الملاحة موقع هذا المكان ـ خطي الطول والعرض ـ بينما يحدد نظام المعلومات الجغرافي ماهية هذا المكان: شارع، منزل، وادي، شجرة.. إلخ. لذا فإن مزج النظامين ينشأ عنه نظام يساعد في تحديد وتحليل وتنظيم المصادر بصورة أفضل.

تستخدم الأجهزة الملاحية لمسح الأرض وتسجيل موقع المعالم ونقاط التحكم الأرضية بدقة. وقد تم وضع خرائط دقيقة للمدن والجبال والأودية والأنهار كان لها الأثر الكبير في النشاطات العمرانية والاقتصادية والبشرية والبيئية. ويمكن استخدام هذه الأنظمة في عمليات المسح البسيطة مثل تعيين حدود الأملاك، حيث يستطيع شخص مسح عشرات النقاط في الساعة، كما يمكن استخدام السيارات لمسح مناطق كبيرة بسرعة مثل مسح الطرق.

تم تطبيق نظام المعلومات الجغرافي خلال حفر القناة الإنجليزية، حيث بدأ الإنجليز والفرنسيون الحفر من الاتجاهين معتمدين في ذلك على نظام (GPS) لمعرفة الموقع فوق مكان الحفر للتأكد من موقعهم داخل النفق، وقد التقى الفريقان في المنتصف تماماً.

● المواصلات وتعقب المركبات

تمثل وسائل المواصلات البرية والبحرية أهم النشاطات المستفيدة من الملاحة الفضائية. حيث يمكن للمركبات والشاحنات والحافلات والسفن وحتى السيارات الخاصة معرفة موقعها واتجاهها وطريق الوصول إلى وجهتها.

تُستخدم أقمار الملاحة في تعقب المركبات والسفن والحاويات والقطارات، حيث تحمل المركبات جهاز تحديد المواقع وتحسب موقعها وترسله عبر شبكة لاسلكية أرضية أو عبر أقمار الاتصالات إلى مراكز إدارة هذه الأساطيل. وبذلك تتمكن هذه المراكز من الاستفادة من كل الموارد والاستجابة السريعة العالية الكفاءة للظروف الطارئة سواء كانت سيارات إسعاف، أو أسطول بحري، أو شبكة قطارات. كما يمكن لمراكز قيادة النقل التحكم في خط سير المركبات لتحديد أقصر الطرق وأقلها ازدحاماً أو خطراً.

تتكون شبكات القطارات من خطوط طويلة ذات مسار واحد، لذا فإن معرفة مواقع القطارات بدقة ستساهم في تقليل حوادث الاصطدام وتقليل زمن التأخير الناجم عن انتظار القطارات المعاكسة.

كما تساعد الملاحة الفضائية في التحكم في توجيه السفن وناقلات النفط عند الموانئ والمضائق، حيث تُلزم الكثير من الدول السفن باستخدام أنظمة الملاَحة الفضائية لتوجيه السفن وتقليل مخاطر الاصطدام والتلوث البحري.

● الملاحة الجوية

تعد أقمار الملاحة حجر الأساس في الملاحة الجوية وإدارة المجال الجوي، (Air Traffic Control) فهي توفر إمكانيات أفضل من الأنظمة الأرضية، حيث يمكن إرشاد الطائرات في الجو لاتخاذ مسارات طيران أقصر، وتفادي الحوادث عند الهبوط والإقلاع. كما تساعد أقمار الملاحة في إرشاد الطائرات والمروحيات إلى مكان الهبوط، حيث تهبط الطائرة في منتصف ممر الهبوط بسهولة، ويتمكن مديرو العمليات في المطارات من إرشاد الطائرات وعربات الخدمة داخل المطار بدقة. كما ساعدت هذه الأنظمة الملاحية الطائرات الصغيرة على الهبوط في مدرجات المناطق النائية خصوصا في الظلام.

تقدم أقمار الملاحة مستوى أمان عالي، كما تساهم في زيادة سعة المجال الجوي، وتقليل زمن الرحلة، وتخفيض استهلاك الوقود والتكلفة، خصوصا في المطارات المزدحمة. إضافة إلى أنها تساهم في تقليل بعض مشاكل الطيران مثل تأخير الرحلات أو إلغائها وتحويل مسار الطائرات.

● التطبيقات العسكرية

تستفيد جميع العمليات العسكرية وأنظمة الأسلحة من أنظمة الملاحة الفضائية، حيث تعد أنظمة الملاحة الرئيسية في الطائرات والقاذفات والدبابات والغواصات والسفن، وحتى المشاة (معرفة الموقع والاتجاه والسرعة). كما توجه الصواريخ العابرة للقارات والصواريخ الذكية إلى أهدافها بواسطة أقمار الملاحة، حيث يستقبل الصاروخ إشارات أقمار الملاحة ويحدد موقعه ويحسب المسار إلى الهدف.

● تحديد الزمن

استخدمت أقمار الملاحة في تحديد الوقت بدقة كبيرة، فبواسطتها يمكن ضبط ساعات العالم على ساعات الأقمار، وذلك لأن أقمار الملاحة تحمل ساعات ذرية دقيقة جداً ترسل للأرض توقيتها كجزء من إشارات القمر. تضبط أجهزة الاستقبال ساعاتها على ساعة القمر ,لأن دقة ساعة الجهاز هي نفس دقة الساعة الذرية، والتي قد تصل إلى واحد من ١٥٠ بليون من الثانية. وتعد هذه الدقة في الزمن مفيدة للفلكيين وشبكات الحاسب الآلي وأنظمة الاتصالات ومحطات الإذاعة والتلفزيون والبنوك، حيث يوضع جهاز في هذه المنشآت لاستقبال إشارة أقمار الملاحة لا لتحديد الموقع، بل لتحديد الزمن.

● تطبيقات أخرى

هناك العديد من استخدامات الملاحة الفضائية الأخرى التي تشمل جميع الأنشطة البشرية تقريبا منها:

١ـ تحديد موقع الكعبة المشرفة بدقة، وبالتالي يمكن تحديد اتجاه القبلة بدقة في أي مكان في العالم.

٢ـ التحكم في توزيع الأسمدة والمبيدات وحرث وحصاد الحقول للحصول على إنتاج أعلى بتكلفة أقل، واستخدام أفضل للموارد الطبيعية، وتقليل استخدام المبيدات والأسمدة للحفاظ على البيئة.

٣ـ مسح مناطق الموارد المعدنية والنفطية لإدارتها بشكل أفضل. وتعد شركات التنقيب عن النفط من أكثر النشاطات الاقتصادية اعتمادا على الملاحة الفضائية وخصوصا في اكتشاف وإدارة حقول النفط البحرية لانعدام العلامات المميزة لأماكن البحث والحفر.



٤ـ مراقبة الحيوانات البرية والبحرية، حيث تم وضع أجهزة تحديد الموقع وأجهزة إرسال صغيرة على سلاحف معرضة للانقراض لمتابعتها.

٥ـ مراقبة ثقوب طبقة الأوزون.

٦ـ مراقبة البقع النفطية، و التصحر والظواهر الطبيعية الأخرى وتغيرها مع الزمن.

٧ـ معرفة المناطق المنكوبة وموقع فرق الإنقاذ لأداء أفضل واستجابة أسرع في حالة تدمير أو اختفاء العلامات الأرضية مثل الطرق والمباني. وبذلك تستطيع سيارات الإسعاف أو المطافئ الوصول إلى موقع الحدث بسرعة بمساعدة الملاحة الفضائية. كما يمكن لطائرات تحمل أنظمة ملاحة فضائية تحديد موقع الكارثة وحدودها بدقة وتحديد أفضل طريق يمكن لفرق الإنقاذ سلوكه، وتحديد طريقة الإنقاذ والموارد المطلوبة.

كما تعتمد عمليات البحث والإنقاذ على وجود أجهزة استغاثة تحمل أجهزة تحديد المواقع ترسل موقعها مع نداء الاستغاثة لكي تتمكن فرق الإنقاذ من قراءة موقع الاستغاثة والوصول إليه بسرعة.

٨ـ تعقب الأقمار الاصطناعية والمركبات الفضائية القريبة من الأرض، حيث يعد النظام هو نظام الملاحة الرئيسي في المكوك الفضائي.

٩ـ معرفة وتحديد مواقع المتنزهون والبحارة واتجاههم وسرعتهم ومسار رحلتهم إلى وجهتهم، وكذلك طريق العودة، كما تستطيع مراكب الصيد البحري التعرف على أماكن الصيد وتعقب هجرة الأسماك.

١٠ـ تمكين فنيو الصيانة من معرفة موقع العطل حتى لو كان تحت الأرض، مثل أنابيب المياه وشبكات الكهرباء والاتصالات، حيث تجوب عربات لصيانة الطرق الشوارع والطرق البرية المجهزة بكامرات تصوير

وتمسح الطريق لتحديد الأماكن التي تحتاج لصيانة، بينما تسجل أجهزة تحديد المواقع خطي الطول والعرض للموقع.

١١ـ حرس الحدود وخفر السواحل.

١٢ـ تحديد مواقع الشبكات الأرضية والهوائيات.

١٣ـ قياس تحركات القشرة الأرضية قرب الصدوع الجيولوجية.

مصادر الأخطاء في تحديد الموقع

بالرغم من أن أنظمة الملاحة الفضائية صممت لتحدد الموقع بدقة عالية، إلا أنه لا يزال هناك عوامل عديدة تساهم في زيادة الخطأ في الموقع عن المسافة المتوقعة، فقد يصل مجموع الخطأ من كل العوامل إلى مئات الأمتار في بعض الأحيان.

الجدير بالذكر أنه يمكن تقليل أخطاء بعض العوامل ولكن يصعب التغلب على أخرى، ومن أهم عوامل الأخطاء ما يلي:

● حالة الغلاف الجوي

تتسبب طبقتا الأيونسفير والتربوسفير في انحراف الإشارات الكهرومغناطيسية، مما يؤدي إلى تغير سرعة الإشارة، وبالتالي تغير الزمن الذي قطعته للوصول إلى جهاز الاستقبال، وهذا يؤدي إلى خطأ في حساب المسافة بين الجهاز والقمر.

تعمل الجزيئات المتأينة في طبقة الأيونسفير على تغيير سرعة الإشارة، ونظراً لأنه من الصعب توقع حالة الأيونسفير وسمكها فإنه من الصعب أخذ تأثيرها في الحسبان. إضافة إلى ذلك فإن بخار الماء في طبقة التربوسفير القريبة من سطح الأرض له تأثير مماثل لطبقة الأيونسفير، ولكن بصورة أقل. يصل الخطأ الناجم عن تأثير الغلاف الجوي إلى ٣٠ متراً ويزداد في المناطق الاستوائية.

وتُعد حالة الغلاف الجوي أكبر عوامل الخطأ في تحديد الموقع، ويمكن تقليل تأثيرها بالاستفادة من الخاصية الفيزيائية، وهي أن إشارتين بترددين مختلفين تتغير سرعتهما عند اختراق طبقة الأيونسفير بمعدل يتناسب مع مربع التردد. لذا عندما يستقبل الجهاز إشارتين بترددين مختلفين من قمر واحد فإنه يمكن تقدير تغير سرعة الإشارة بواسطة أجهزة أرضية ثنائية التردد، وهي متوفرة في نظام (GPS) .

● أخطاء المدار

يتغير مسار القمر قليلا عما هو متوقع بسبب ظواهر طبيعية، وبما أن تحديد الموقع يعتمد على معرفة موقع القمر، فإن التغيرات البسيطة في موقع القمر تؤدي إلى أخطاء في حساب الموقع، تتراوح ما بين متر إلى خمسة أمتار. وللتغلب على هذه المشكلة تراقب محطات التعقب الأقمار بصفة دورية ويحسب مدارها بدقة.

● أخطاء الساعة

يعتمد حساب الموقع على دقة ساعات الأقمار والجهاز الأرضي، حيث تحمل الأقمار ساعات ذرية فائقة الدقة يمكن مراقبتها دورياً. ولكن تكمن المشكلة في ساعة الجهاز الأرضي التي تتفاوت دقتها ليصل خطأ تحديد الموقع من جراء ذلك إلى حوالي ١,٥ متر.

● التشويش

تتعرض إشارات أقمار الملاحة ـ مثل غيرها من الأقمار الاصطناعية ـ للتشويش والتداخل التي تسبب العديد من الأخطاء. وهي من الأخطاء التي يصعب التعامل معها لوجود العشرات من مصادر التشويش الأرضية غير المتعمدة مثل: أجهزة الاتصالات، وأفران الميكروويف. يتراوح الخطأ ـ عموما ـ بين صفر وعشرة أمتار. تُجرى العديد من الأبحاث لتقليل تأثير التشويش والتداخل العرضي والمقصود ,كما تُسن العديد من القوانين لتقليل احتمال حدوثها.

● المسار المتعدد

عند وصول إشارة القمر للأرض فإنها تنعكس من بعض الأجسام والأسطح مثل المباني والجبال، فيصل إلى جهاز الاستقبال إشارة من القمر مباشرة مصحوبةً بنسخ عديدة من هذه الإشارة المنعكسة من أسطح قريبة، فيما يُعرف بالمسار المتعدد (Multipath)، وهذا الخطأ ـ يتراوح بين صفر ومتر واحد ـ يصعب تصحيحه.



يزداد تأثير هذا العامل داخل المدن ذات المباني المرتفعة.

● الأخطاء المتعمدة:

الأخطاء المتعمدة هي أخطاء مقصودة لتقليل دقة تحديد الموقع لمنع الآخرين من الاستفادة القصوى من إمكانيات النظام، وهي أخطاء عشوائية تضاف إلى إشارة القمر مثل أخطاء في الساعة أو معلومات المدار. قامت وزارة الدفاع الأمريكية بإضافة هذه الأخطاء (Selective Availability) على نظام (GPS) حتى تم إلغاءها بقرار رئاسي عام ٢٠٠٠م، وقد كان الخطأ الناتج حوالي ١٠٠ متر.

● توزيع الأقمار

يعمل توزيع وموقع الأقمار إما إلى زيادة أخطاء العوامل السابقة أو التقليل منها. ومن الجدير بالذكر أن دقة النظام تتحسن عندما تكون الزوايا بين الأقمار كبيرة أي موزعة في السماء بالنسبة لجهاز الاستقبال، فعندما تكون الأقمار موزعة في الفضاء تكون الدقة أفضل بثلاث مرات عنها عندما تكون متقاربة.

نظام (GPS)

نظام (GPS) الأمريكي: هو أول نظام ملاحي متطور يعتمد على الأقمار الاصطناعية، ويتكون حاليا من ٢٤ قمراً. تم تطوير النظام بواسطة وزارة الدفاع الأمريكية لاستخدامه في الأغراض العسكرية، ولكن خلال السنوات التي أعقبت حرب الخليج الثانية اتضحت أهميته في الاستخدامات المدنية، وبالتالي سمح للمدنيين بالاستفادة منه.

يتميز النظام بالدقة والمرونة ورخص الأجهزة المستخدمة وسهولة استخدامها وحملها، وقد بدأ إطلاق الجيل الثاني (Block II) من النظام منذ عام ١٩٨٩م، حيث تم إطلاق ٢٤ قمراً. كما تم إطلاق ٦ أقمار من (Block II R) خلال الفترة مابين ١٩٩٦–٢٠٠١م من مجموع ٢٠ قمر تم تصنيعها، وتمت جدولة إطلاق آخرها في ٢٠٠٩م، وسوف يبدأ إطلاق أقمار الجيل الثالث (Block III) في عام ٢٠٠٩م، وستكون طاقة الإشارة أقوى من سابقاتها بعشر مرات، مما يجعل التشويش عليها صعباً.

● أجزاء النظام

يتكون نظام الـ (GPS) من ثلاثة أجزاء:، هي :

* **الجزء الفضائي:** وهو عبارة عن ٢٤ قمراً موزعة على ستة مستويات مدارية وتدور في مدار دائري على ارتفاع ٢٠٢٠٠ كم وفترة مدارية ١٢ ساعة. وقد اختيرت زاوية الميل لتكون ٥٥ درجة، وذلك لتغطية المناطق القطبية. وقد صممت المدارات بحيث يمكن رؤية ٤ أقمار على الأقل في أي مكان وزمان.

يحتوي كل قمر – يزن ٢٠٠٠ كجم – على ٤ ساعات ذرية، هي ساعتا روبديوم (Rubidium) تصل درجة ثباتها إلى ثانية كل ٣٠٠ ألف سنة. وساعتا سيزيوم (Cesium) تصل درجة ثباتها إلى ثانية كل ١٦٠ ألف سنة. وتصل الدقة في تحديد الموقع إلى ١٦ متراً. أما دقة تحديد السرعة فتصل إلى أقل من نصف كيلومتر في الساعة، بينما تصل دقة تحديد الزمن إلى جزء من مائة مليون من الثانية.

* **نظام التحكم:** ويقوم بتشغيله سلاح الجو الأمريكي من خلال محطة تحكم رئيسية في ولاية كلورادو، وثلاث محطات تحكم وخمس محطات مراقبة موزعة حول العالم. تقوم هذه المحطات بمراقبة الأقمار ورصد مداراتها بدقة والتأكد من الساعات الذرية. كما ترصد هذه المحطات الغلاف الجوي وترسل معلومات عن مواقع الأقمار المتوقعة حتى الرصد المقبل. الجدير بالذكر أن موقع هذه المحطات معروف بدقة شديدة (تصل إلى أقل من ١٠ سم)، وهذا مهم في قراءة وتصحيح بيانات الأقمار.

* **مستخدمو النظام:** ويتكون من جهاز الاستقبال الذي يحتوي على معالج رقمي. يقوم المعالج الرقمي بتحديد هوية الأقمار التي يستطيع استقبال إشاراتها (٨–١٢ قمر) من خلال تحليل شفرة كل منها، ومن ثم يقوم بالعمليات الحسابية اللازمة. وتخزين معلومات المدار لكل قمر.



● أنواع الأجهزة

يستخدم المساحون أجهزة معقدة ومتعددة القنوات لاستقبال معلومات الزمن والموقع من عدة أقمار في الوقت نفسه. تحدد هذه الأجهزة موقع القمر بدقة عالية ولمرات عديدة في الثانية.

وبما أن أجهزة (GPS) تستقبل – فقط – المعلومات من الأقمار فإن النظام يستطيع خدمة عدد غير محدود من المستخدمين. ويوجد حالياً ملايين الأجهزة تستخدم عسكرياً ومدنياً. وهناك ثلاثة أنواع من أجهزة (GPS) تباع في الأسواق، يوفر كل منها مستوى معين من الدقة، ولكل نوع متطلبات معينة للوصول إلى تلك المستويات، وهي كما يلي:

* **الأجهزة العادية** (Coarse Acquisition Code Code Receiver-C/A): وهي الأكثر شيوعاً على مستوى العالم، حيث تصل دقتها مع استخدام التصحيح التفاضلي إلى ١–٥ أمتار. وتعد هذه الدقة كافية للكثير من الاستخدامات. تحسب هذه الأجهزة الموقع بسرعة (حوالي ثانية واحدة) وتتحسن دقة الموقع بعد حوالي ثلاث دقائق إلى ١–٣ متر. توجد حاليا أجيال متقدمة من هذه الأجهزة تصل دقتها إلى ٣٠ سم.

* **أجهزة استقبال الطور** (Carrier Phase Receiver): وتقوم بحساب المسافة بينها وبين القمر بعَدّ الموجات الحاملة لإشارة (C/A Code). تحدد هذه الأجهزة الموقع بدقة تتراوح ما بين ١٠ إلى ٣٠سم مع استخدام التصحيح التفاضلي، لكنها تستغرق زمنا طويلاً (١٥–٤٠ دقيقة). كما تتطلب هذه الطريقة استمرار استقبال الإشارات من نفس الأقمار طوال تلك المدة، وهو أمر ليس ممكناً دائماً، بسبب حركة الأقمار الدائمة واحتمال اختفاء بعضها خلف الأفق وظهور أخرى جديدة. لذا تستطيع هذه الأجهزة الوصول إلى دقة عالية لكن القليل فقط من التطبيقات تستطيع الاستفادة من هذه الدقة.

* **الأجهزة ثنائية التردد** (Dual-Frequency Receiver): وتتمثل مهمتها بتقليل تأثير الخطأ الناجم عن استقبال إشارتين من القمر نفسه التي تحدث – عادة – نتيجة لتغيرات الغلاف الجوي ، إذ يمكنها الوصول إلى دقة تصل إلى سنتيمتر واحد مع استخدام التصحيح التفاضلي.

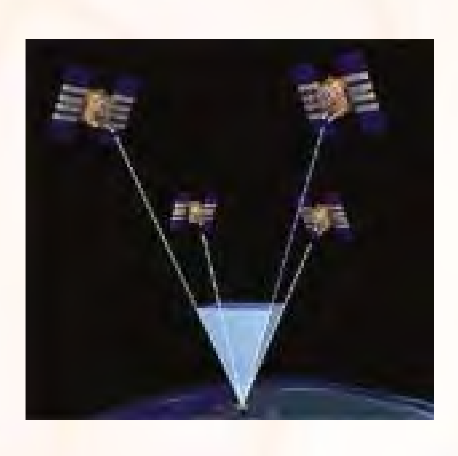
● إشارة (GPS)

تعمل كل أقمار (GPS) بتزامن لترسل إشاراتها في الوقت نفسه. وتصل هذه الإشارات – تتحرك بسرعة الضوء – إلى جهاز الاستقبال بأوقات مختلفة؛ لأن الأقمار ليست على مسافات متساوية عن الجهاز. ومن ذلك يمكن حساب موقع القمر من حساب المسافة بينه وبين الجهاز التي يتم حسابها من فرق الوقت بين إرسال الإشارة واستقبالها.

ترسل أقمار (GPS) نوعين من الإشارات، هما:

١– إشارة تحديد المواقع القياسية(SPS): وتصل دقتها إلى ١٠٠ متر، ودقة تحديد الارتفاع إلى ١٥٦ متراً، ودقة الزمن واحد من ثلاثة ملايين من الثانية.

٢– إشارة تحديد المواقع الدقيق(PPS): وتصل دقتها إلى ٢٢ متراً، ودقة تحديد



الارتفاع إلى ٢٨ متراً، وهي أكثر مقاومة للتشويش من النوع الأول.

تصل إشارات الأقمار إلى الجهاز محتوية على عدة أخطاء تعتمد على الظروف الجوية. تؤثر هذه الأخطاء في دقة تحديد الموقع. ولو وجدت محطة معروف موقعها بدقة قريبة من الجهاز (أقل من ٥٠٠ كم) فإن كل من المحطة والجهاز يستقبلان نفس الإشارات وبنفس الأخطاء لأنها اخترقت نفس طبقات الغلاف الجوي.

تعمل المحطة بعكس عمل الجهاز، أي أنها تحسب الإشارات من معرفة موقعها وتقارنها بالإشارات المستقبلة من الأقمار، ومن ثم ترسل معلومات تصحيحية للجهاز الذي يستخدم هذه المعلومات لمعالجة أخطاء الإشارات والوصول إلى دقة أفضل. وتسمى هذه الطريقة بالتقنية التفاضلية (DGPS)، وتصل الدقة فيها إلى أقل من المتر.

أنظمة ملاحية أخرى

من أهم الأنظمة الملاحية الأخرى ما يلي:

● النظام الروسي

يتكون نظام الملاحة الروسي حالياً من أقمار جلوسناس (GLOSNASS)، يصل عددها إلى ٢٤ قمراً تدور على ارتفاع ١٩١٠٠ كم في ثلاثة مستويات مدارية وبزاوية ميل ٦٤٫٨ درجة. وهو شبيه بنظام (GPS) الأمريكي. بدأ النظام عام ١٩٨٢م، ولكن حالت الظروف الاقتصادية دون إكمال إطلاق جميع الأقمار.

● نظام جاليليو

قرر الاتحاد الأوربي تأسيس النظام الملاحي الفضائي **جاليليو (Gallileo)** الذي من المتوقع أن يبدأ في عام ٢٠٠٧م ويكتمل في ٢٠٠٩م. ويقدم النظام تقنية ودقة شبيهة بنظام (GPS)، وستصل تكلفته إلى ٣٦٠٠ مليون يورو، ويتكون من ثلاثين قمراً على ارتفاع ٢٣٦١٦كم في ثلاثة مستويات مدارية، وبزاوية ميل ٥٦ درجة. وقد صُمم النظام للتطبيقات المدنية فقط مما يضمن مستوى أعلى في استمرارية الخدمة.

الجديد في العلوم والتقنية
الجديد في العلوم والتقنية
الجديد في العلوم والتقنية
الجديد في العلوم والتقنية

إدمان الإنترنت

خطت مدرسة الطب بجامعة استانفورد خطوة مهمة حول الإجابة على السؤال المتعلق بمدى خطورة إدمان الإنترنت، هل هي ظاهرة صحية تستحق العلاج أم فقط عادة سيئة؟. أظهرت الدراسة ـ الأولى من نوعها وتعتمد على استبانة بالهاتف ـ أن أكثر من شخص من بين ثمانية أشخاص أمريكيين لديهم على الأقل إحدى الأعراض المرضية المتعلقة باستخدام الإنترنت. جاءت الدراسة المذكورة لتأكيد أو نفي دراسة سابقة كانت قد أوضحت أن هناك أعداداً كبيرة من الأشخاص يعانون من بعض المشاكل الصحية المتعلقة بإدمان الإنترنت.

ويذكر **الياس عبدالجواد** ـ أستاذ مساعد في علم الصحة النفسية والسلوك ومدير عيادة مقاومة نوبات الاهتياج العصبي في استانفورد ـ أن دراستهم المذكورة أظهرت أن هناك أعراضاً مرضية واضحة لأعداد كبيرة من مستخدمي الإنترنت الذين شملتهم الاستبانة.

ويضيف **عبدالجواد** أنه على الرغم من الفائدة القيمة للإنترنت في أوجه الحياة، إلا أنه يجب الأخذ في الاعتبار المشاكل الحقيقية التي تسببها لبعض مستخدميها في ظل تزايد مستخدمي الإنترنت، حيث أصبحوا يعانون من مشاكل تتعلق بالتحكم السلوكي بسبب الرغبة الشديدة في الجلوس لساعات طوال أمام الشاشة، ورغم أنها تبدو في الظاهر مريحة نفسياً إلا أنها تقود إلى مشاكل حقيقية على المستوى الشخصي والوظيفي.

ويستطرد **عبدالجواد** أن أمثلة الحالات المرضية التي تناولتها دراستهم الابتدائية حالة شخص أبيض وأعزب في الثلاثين من العمر يقضي حوالي ٣٠ ساعة أسبوعياً في برامج غير مفيدة. ورغم أنه قد يتبادر للذهن أن هذه البرامج تتعلق بالمواضيع الإباحية فقط، إلا أن دراسة **عبدالجواد** تشير إلى أن البرامج الإباحية واحدة من تلك البرامج المتهمة بتسبب المشكلة الصحية، مثل برامج الميسر، والتسوق، وغرف الثرثرة.

ورغم أن الدراسات قد أشارت إلى أن مستخدمي الإنترنت ـ بصفة عادية ـ من الأمريكيين يفوق الـ ١٦٠مليون، إلا الدراسات المتعلقة بمشاكل استخدامها كانت قليلة، فمثلاً أشارت دراسة قام بها مركز دراسات الإنترنت عام ١٩٩٩م، أن من بين ١٨ألف مستخدم للإنترنت هناك حوالي ألف شخص (٥٫٧٪) يقعون تحت ما يسمى بالاستخدام الإجباري للإنترنت (Compulsive Internet use).

وقد أشارت دراسة أخرى تمت عام ٢٠٠٢م، إلى أنه قد تم توجيه إنذار لحوالي ٦٠٪ من منسوبي الشركات بسبب استخدامهم السيىء للإنترنت، بينما تم فصل أكثر من ٣٠٪ لنفس السبب.

ويرى **عبدالجواد** أن المشكلة أصبحت جديرة بالاهتمام، ليس فقط من جانب صحي ولكن أيضاً من جانب اقتصادي، ويضيف **عبدالجواد** أنه من غير المؤكد حتى الآن هل مشكلة استخدام الإنترنت فقط مشكلة صحية واضحة أم هي فقط تعبير عن مشاكل أخرى مثل الكآبة أو علة تتعلق بالإفراط الإجباري لاستخدامها.

قام **عبدالجواد** وفريق عمله بإجراء دراسة تتعلق بادمان الإنترنت شملت ٢١٥٣شخص بالغ موزعين في أنحاء الولايات المتحدة الأمريكية، حيث أشارت الدراسة إلى أن ٦٨٫٩٪ من العينة المذكورة يرتادون الإنترنت بصفة مستمرة تفاصيلهم كما يلي:ـ

– ١٣٫٧٪ (أكثر من شخص واحد لكل ثمانية أشخاص) يجدون صعوبة في التخلي عن ارتياد الإنترنت لعدة أيام.

– ١٢٫٤٪ مكثوا أكثر مما يجب لأحيان كثيرة في تصفح شبكة الإنترنت.

– ١٢٫٣٪ وجدوا رغبة للانقطاع عن الشبكة عند نقطة معينة.

– ٨٫٣٪ كانوا يتصفحون البرامج غير المهمة، بعيداً عن أعين أفراد الأسرة والأصدقاء والزملاء بالمكتب، مما يؤكد أن ما يقومون به يدعو للخجل.

– ٨٫٢٪ استخدموا الإنترنت وسيلة للهروب من المشاكل، وهي حالة مرضية تشبه إدمان الكحول .

– ٥٫٩٪ وجدوا أن علاقاتهم الإجتماعية تأثرت سلباً، بسبب الاستخدام المفرط للإنترنت.

ويرى **عبدالجواد** أنه من السابق لأوانه اعتبار أن إدمان الإنترنت يمثل حالة مرضية، كما أن نفي ذلك أو تأكيده يحتاج إلى مزيد من الدراسات وعلى عينة أكبر من العينة التي تم استخدامها.

المصدر:

http://www.sciencedaily. com/releases/2006/10/061017164435.htm.



مكونات الأقمار الاصطناعية

د. هيثم بن عبدالعزيز التويجري

يطلق مسمّى "التابع" على كل جسم يدور في مدار معلوم حول جسم آخر، ومن التوابع ما هو طبيعي كالقمر، ومنها ما هو من صنع الإنسان. وقد جرت العادة على إطلاق كلمة "قمر" على جميع أنواع التوابع بما فيها التوابع الاصطناعية.

أطلق أول قمر اصطناعي سبوتنيك ١ (Sputnik 1) من قبل الاتحاد السوفيتي سنة ١٩٥٧م، ومنذ ذلك الحين ازدادت أعدادها إلى ما يفوق ٢٥ ألف قمر اصطناعي في مدارات مختلفة حول الأرض، منها ٨٦٨١ قمراً في مدار معلوم، وأكثر من ١٦ ألف في حالة انحلال مداري.

تستخدم الأقمار الاصطناعية في مجالات عدة، وبالتالي يحتوي كل قمر على مجموعة من الأجهزة والتقنيات المناسبة لعمله. فعلى سبيل المثال يحتوي القمر الاصطناعي الذي يقوم بمراقبة الأرض على تلسكوب قادر على تحليل الضوء إلى الأطياف الأساسية بالإضافة إلى كاميرا رقمية ذات أداء عالي لاقتناء الصور، بينما يحتوي قمر الاتصالات على أجهزة مختصة باستقبال الإشارات المنبعثة من محطات بث على الأرض، وإعادة بثها مرة أخرى إلى مناطق مختلفة على سطح الأرض.

مجالات استخدام الأقمار الاصطناعية

لا يتسع المقام هنا للتطرق إلى كل استخدامات الأقمار الاصطناعية، وكلها مهمة وحيوية، وهي في تنام وازدياد مستمر، ومن أبرز مجالات الاستخدام ما يلي:

● التحري العلمي

في هذا التطبيق يكون القمر الاصطناعي بمثابة مختبر فضائي، أي يكون مزود بعدد من الأجهزة العلمية التي تقوم بعمل تجارب علمية وعملية كقياس الأشعة السينية، أما الأجهزة أو الأنظمة الضمنية في القمر الاصطناعي فهي بمثابة الفريق المساند للمعمل.



● سبوتنيك١ (Sputnik1) أول قمر اصطناعي.

● مراقبة الأرض

في هذا التطبيق يكون القمر الاصطناعي بمثابة كاميرا رقمية ذات أداء عالي جداً، ولهذا فإن الحمولة الرئيسية للقمر المستخدم في هذا التطبيق تكون عبارة عن تلسكوب عالي الدقة قادر على الحصول على الصورة المطلوبة بواسطة تحليل الضوء إلى أطيافه الأساسية. أما وظيفة الأنظمة الضمنية في القمر الاصطناعي فمنها ما هو بمثابة البطارية التي تزود الكاميرا بالطاقة، ومنها ما هو بمثابة المصور الذي يحمل الكاميرا ويوجهها بدقة. يستفيد الباحثون والمخططون من الصور الفضائية المحلّلة في عدد من المجالات، ومن أبرزها:

١- الزراعة، حيث يمكن تصنيف المحاصيل الزراعية وتصنيف الغابات.

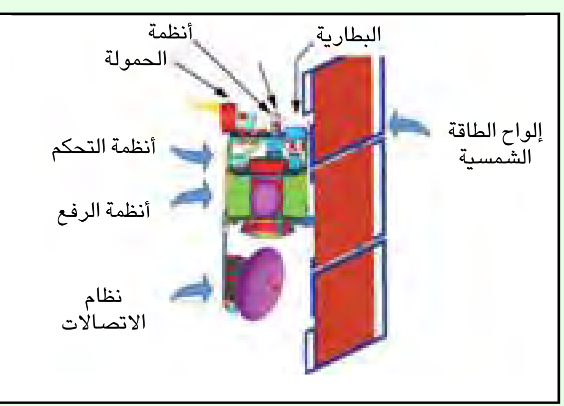
٢- دراسة الظواهر الجيولوجية، والمسح الجيولوجي وعمل الخرائط الجيولوجية.

٣-تخطيط المدن وتحديد التمدد الأفقي لها.

٤- دراسة الكوارث الطبيعية.

● المناخ

يقوم القمر الاصطناعي - في هذا التطبيق- بمراقبة المناخ والتغيرات الجوية، عن طريق أجهزة مختصة تقوم بدراسة المناخ و تأثيره على مختلف القطاعات. ولتحقيق ذلك يراقب القمر الاصطناعي التغيرات المناخية عن طريق جمع أدق المعلومات المتوفرة، ثم معالجتها، ثم إرسالها إلى المحطات الأرضية، حيث يتم تنظيم المعلومات في بنك للمعطيات المناخية يسيرها نظام معلومات يحتوي على



• شكل (٢) الأنظمة الضمنية الأساسية في الأقمار الاصطناعية.

برمجيات ووسائل للتحليل ، مما يسهل استعمال المعطيات المناخية للرصد الجوى ، ولذا فإن الأجهزة أو الأنظمة الضمنية في القمر الاصطناعي تمثل الفريق المساند للمرصد الفضائي.

• الاتصالات

يكون القمر الاصطناعي – في هذا التطبيق – بمثابة محطة إعادة بث ، وتكون حمولته الأساسية عبارة عن منظومة الاتصالات التي تستخدم أجهزة بث وأجهزة استقبال، أو جهاز اتصال مدمج . تكون أجهزة البث والاستقبال مدمجة فيه للقيام بعملية بث واستقبال جميع المعلومات من القمر إلى المحطة الأرضية والعكس.

• أنظمة الملاحة

يكون القمر الاصطناعي – في هذا التطبيق– أحد مجموعة من الأقمار الاصطناعية الخاصة بالنظام العالمي لتحديد الموقع (Global Positioning System) المعروف اختصاراً ب (GPS) ، ويهدف هذا النظام إلى توفير إحداثيات المكان بالاتجاهات الثلاثة، والسرعة الاتجاهية، وبالوقت الدقيق.

يمكن تحديد موقع جهاز الاستقبال العامل بهذا النظام – نظرياً – باستلام ثلاث إشارات من ثلاثة أقمار اصطناعية ، ومن خلال المدار المعروف لهذه الأقمار. وبمقارنة النبضات المستلمة منها، و باستلام إشارة رابعة من قمر اصطناعي رابع واستخدام هذه الإشارة كأساس، يمكن قياس الفارق الزمني بين كل من هذه النبضات، وبالتالي يمكن إيجاد المسافة بين جهاز الاستقبال ، والأقمار التي تم استقبال إشاراتها، بضرب الفارق الزمني في سرعة انتقال الإشارة (سرعة الضوء تقريباً). وبما أن هذه الأقمار معلومة المدارات ، فإنه يمكن تحديد موقع جهاز الاستقبال بسهولة ، حيث تتم هذه العمليات إلكترونياً، لتظهر إحداثيات المواقع الثلاثة وسرعة المركبات المتحركة على الشاشة الإلكترونية للجهاز.

• استخدامات عسكرية

في أغلب الأحيان يكون هذا التطبيق للقمر الاصطناعي سري، ولا يخلو من أجهزة تجسس واتصالات مشفرة ، حيث القمر الاصطناعي يصمم ويبنى ويطلق من أجل مهمة اختصاصية. ومن أجل تأدية هذه المهمة يوجد في أي قمر اصطناعي أنظمة ضمنية مساندة لتزويده بالطاقة وللتحكم ولأغراض أخرى عديدة.

الأنظمة الضمنية في الأقمار الاصطناعية

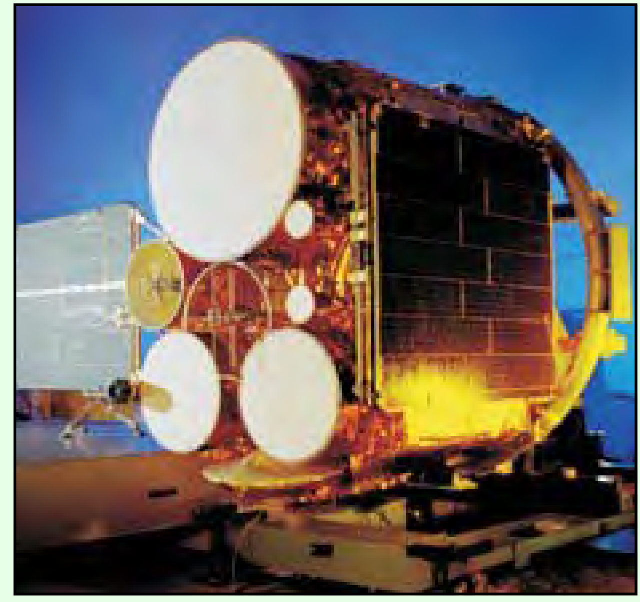
تمثل الأنظمة الضمنية ـ مكونات القمر الاصطناعي ـ العقل المفكر والقلب النابض والبدن الحاوي بحيث لا يستطيع أي منها العمل من دون الآخر ، فهي مكملة بعضها لبعض خاصة أنها تعمل في بيئة موحشة. لأن الفضاء يعتبر بيئة معادية لما يوجد فيها ، ولذلك فإن القمر الاصطناعي معرّض للكثير من المخاطر لمجرد وجوده في هذه البيئة. فالتفاوت والتقلبات الشديدة في درجة الحرارة يقلل من العمر الافتراضي للقمر ، أضف إلى ذلك أن القمر الاصطناعي يجب أن يواجه ويتغلب على الرياح الشمسية التي تسبب تزايد في الكهرباء الساكنة (Static Electricity) . ولذلك فإن هذه الظروف بالإضافة إلى غيرها تستدعي أن يكون القمر وبالأخص أنظمته الضمنية متينة وقادرة على العيش والاستمرار في البيئة الفضائية. ونسبة لما سبق يعد القمر الاصطناعي الحديث أداة في غاية التعقيد ، وفي الغالب يتكون من عدة أنظمة ضمنية وآلاف الأجزاء الدقيقة، ومن أهم الأنظمة الضمنية الدارجة في بناء القمر ، جدول (١) مايلي:

[illegible]	الوظيفة الرئيسية	أسماء أخرى
[illegible] Propulsion	[illegible]	Reaction Control System
[illegible] Attitude Determination and Control System (ADCS)	[illegible]	Attitude Control System Guidance, Navigation and Control
[illegible] Communication	[illegible]	Tracking, Telemetry and Command
[illegible] Command and Data Handling	[illegible]	Spacecraft Computer System, Spacecraft processor
Thermal [illegible]	[illegible]	Environmental Control System
Power [illegible]	[illegible]	Electric Power System
[illegible] Superstructure	[illegible]	Structure sub-system, Structure and Mechanisms

• جدول (١) الأنظمة الضمنية للأقمار الاصطناعية.



● شكل (٣) نظام دفع كهربائي (xenon).



● نظام الاتصال على قمر (DSCD III) الأمريكي.

● نظام الدفع

نظام الدفع هو النظام المسؤول عن إيصال القمر إلى مداره. وتختلف أنظمة الدفع بحسب طريقة عملها ، فمنها الأنظمة الكيميائية (Chemical Thrusters) أو الكهربائية (Ion Thrust Engine) أو الميكانيكية (Compressed Gas, Reaction Wheels)، إضافة إلى مهمة إيصال القمر إلى مداره . يقوم نظام الدفع بالتصحيحات اللازمة للأخطاء التي قد تنتج من الممانعة الهوائية أو المجال المغناطيسي الأرضي أو الرياح الشمسية، وذلك للمحافظة على المدار الثابت للقمر.

● نظام تحديد الوضعية والتحكم

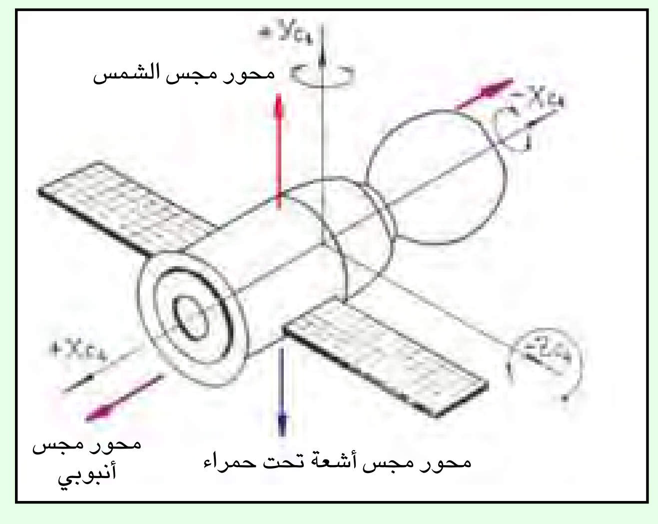
في أغلب الأحيان يتوجّب على القمر الاصطناعي أن يكون مواجهاً للأرض أو تكون ألواح الطاقة مقابلة للشمس ، لذا يستوجب على نظام تحديد الوضعية والتحكم أن يوجّه القمر بصورة صحيحة ودقيقة. ويتم ذلك عن طريق محرّكات صغيره جداً مقارنة بمحركات نظام الدفع.

● نظام الاتصال

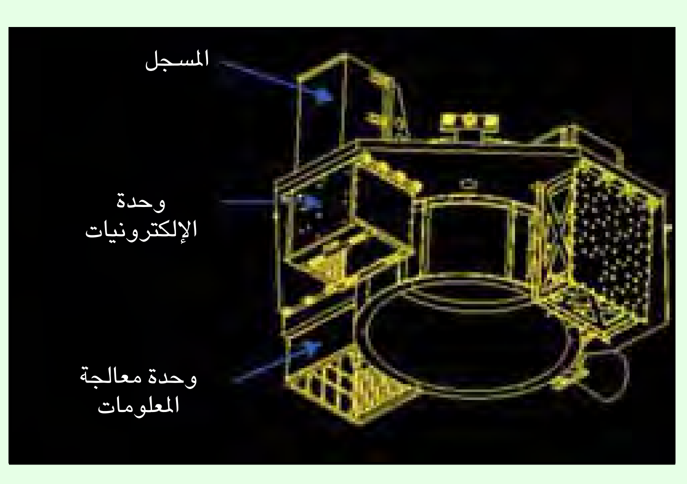
يستخدم نظام الاتصال أجهزة بث وأجهزة استقبال، أو قد يستخدم جهاز اتصال مدمج فيما يعرف بـ (Transponder) ، وهو جهاز تكون أجهزة البث والاستقبال مدمجة فيه. يقوم هذا النظام بمهمة بث واستقبال جميع المعلومات من القمر إلى المحطة الأرضية والعكس. وفي حالة كون القمر الاصطناعي قمراً مخصصاً لأغراض الاتصالات يكون هذا النظام هو النظام الرئيس الشامل في القمر.

● نظام إدارة البيانات والأوامر

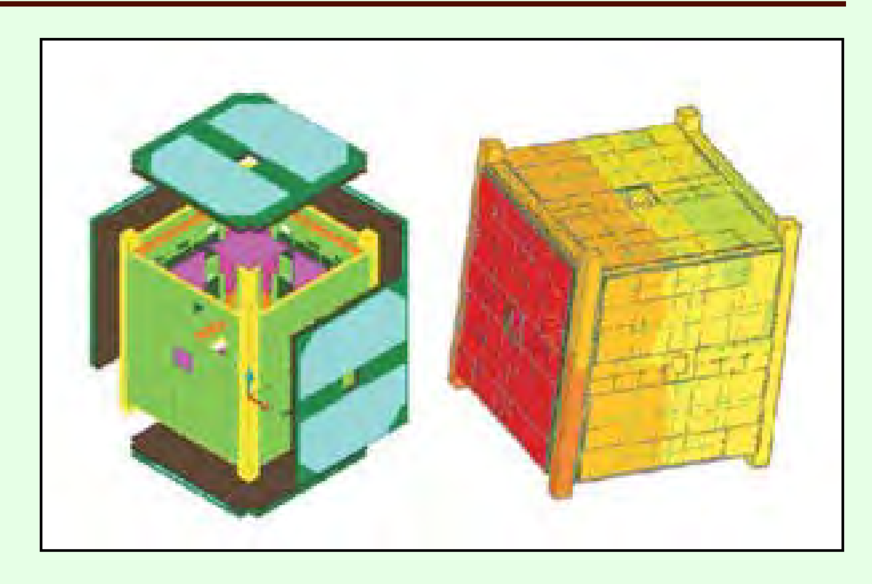
يقوم القمر بشكل دوري بإبلاغ مركز التحكم الأرضي بحالته ووضعيته بالإضافة إلى موقعه في المدار. وفي أغلب الأحيان يوجد على القمر الاصطناعي فنار مخصص لإرسال إشارات تتيح للمحطة الأرضية متابعة القمر في مداره ، كذلك يقوم القمر بإرسال معلومات أخرى عن



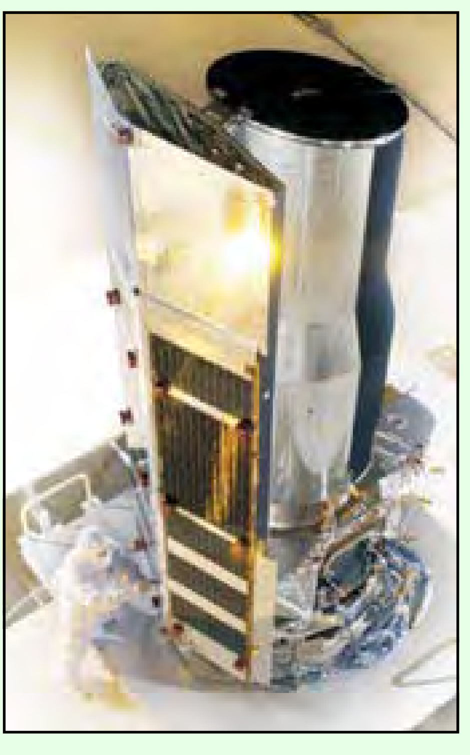
● نظام تحديد الوضعية والتحكم لقمر سويوز السوفيتي.



● نظام إدارة البيانات والأوامر على قمر (HESSI).



● تحليل التباين أو الميول الحرارية للقمر.



● تركيب الألواح الشمسية.

حالته وصحّته كدرجة الحرارة و حالة نظام التشغيل لديه.

● **النظام الحراري**

يهدف النظام الحراري في القمر الاصطناعي بصفة أساس إلى تنظيم درجة حرارة مكونات القمر المختلفة، تتسبب البيئة الفضائية في تباين حراري أو ميول حراري شديد (Temperature Gradients) تعد قاتلة للقمر الاصطناعي. ينتج التباين الحراري الشديد عن وجود جهتين للقمر، الأولى مقابلة للشمس (Sun side) حيث تكون درجة الحرارة عالية جداً، والأخرى في الظل (Shade) حيث تكون درجة الحرارة منخفضة. يقوم النظام بتبديد الحرارة وتوزيعها بشكل غير ضار لأنظمة القمر.

● **نظام الطاقة**

يقوم نظام الطاقة بتوليد الطاقة الكهربائية عن طريق ألواح من الخلايا الشمسية، ثم يقوم بتخزينها في بطّاريات كي يحافظ على مصدر ثابت من الطاقة للقمر. وعندما يكون القمر مقابلاً للشمس فإن الخلايا تقوم بتوليد الطاقة وتخزينها، أما في حالة دخول القمر في الظل فإن القمر يستمد الطاقة من البطّاريات. ومن مهام نظام الطاقة كذلك تنظيم وتوزيع الطاقة الكهربائية على مختلف الأنظمة الضمنية.

● **نظام الهيكل**

يتعرّض القمر الاصطناعي إلى اهتزازات واضطرابات عنيفة أثناء رحلته إلى الفضاء. تنتج أشد هذه الاهتزازات في اللحظات الأولى من عملية إطلاق الصاروخ الحامل للقمر، ولذا وضع نظام الهيكل لتحمّل آثار هذه الاضطرابات والاهتزازات. بالإضافة إلى ذلك، قد يتعرّض القمر لظاهرة التمدد والتقلص، وبالتالي يستوجب على نظام الهيكل القدرة على تحمل هذه الظاهرة، وبالتالي يوفر الهيكل الدعم التام لبنية القمر.



● تجربة نموذج لهيكل القمر الفرنسي(SPOT 4) على منصة إهتزازات.



هل تساءلت يوما كيف تدور الأقمار الاصطناعية حول الأرض ولا تسقط عليها ؟ وكيف تحافظ على مسارها عبر السنين ؟ يهدف هذا المقال إلى الإجابة على هذه الأسئلة ، حيث سيتطرق إلى المدارات التي تسير عليها الأقمار الاصطناعية واتجاهاتها والقوى التي تتحكم في سيرها وغيرها من المواضيع ذات العلاقة.

تسلك الأقمار الاصطناعية خلال حركتها حول الأرض مسارات تسمى بالمدارات ، أما العلم الذي يصف مدارات الأقمار فيطلق عليه حركية المدارات (Orbital Dynamics)، ويصف هذا العلم أيضاً حركة الكواكب حول الشمس والأقمار حول كواكبها.

قوانين الحركة

تتحرك الأقمار الاصطناعية حول مداراتها وفق قوانين أودعها الخالق جلت قدرته في هذا الكون، وتم اكتشافها منذ القرن السابع عشر بناءً على مشاهدات حركة الكواكب السيارة حول الشمس. يمكن من خلال هذه القوانين التنبؤ بموقع القمر وسرعته المدارية بعد وقت قصير من إطلاقه بناء على حل ما يسمى بمعادلات الحركة بين القمر الاصطناعي والأرض ، ومعرفة الحالة الأولية أو البدائية للقمر عند الإطلاق (Initial Conditions).

ورغم أن حركة الأقمار الاصطناعية حول الأرض تعتمد على القوانين المذكورة إلا أن هناك مؤثرات محيطة بالقمر الاصطناعي (الشمس ، القمر الطبيعي ، شكل كروية الأرض والضغط المؤثر على هيكل القمر نتيجة الرياح الشمسية) تؤدي إلى انحراف مساره عن المسار الناتج (المحدد)من حل معادلات الحركة.

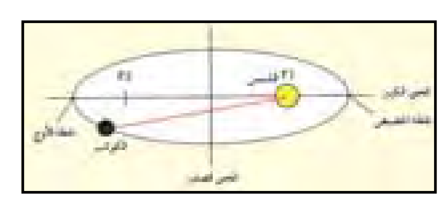
تمكن كل من العالمين **كيبلر ونيوتن** بعد دراسات مستفيضة ومشاهدات لفترات طويلة من صياغة عدة قوانين تفسر حركة الأجرام السماوية والأقمار الاصطناعية حول بعضها، وفيما يلي استعراض لتلك القوانين .

• قوانين كيبلر

تمكن عالم الفيزياء والفلك **جوهانز كيبلر** خلال دراسة متعمقة لحركة الكواكب حول الشمس - وبدعم من ملاحظات أستاذه **تايكو براهي** (١٥٤٦-١٦٠١م)، ومعتمداً على قياساته التي أجراها بنفسه - من وضع قوانين تصف حركة الكواكب السيارة حول الشمس، وذلك في الفترة (١٦٠٩-١٦١٩م) ، وهي كما يلي:

※ **القانون الأول:** وينص على "أن الكواكب تدور حول الشمس في مدارات بيضاوية (إهليجية) - حول محور كبير وآخر صغير - بحيث تكون الشمس في إحدى بؤرتي المدار(F_1,F_2)"، كما هو موضح في الشكل (١). وتعرف نقطة الحضيض بأنها أقرب نقطة في المدار إلى مركز الشمس ونقطة الأوج بأبعد نقطة في المدار عن مركز الشمس.

※ **القانون الثاني:** وينص على "أنه عند دوران الكوكب حول الشمس فإن الخط الذي يصل الكوكب بالشمس يمسح مساحات متساوية في أوقات متساوية"، كما هو موضح في الشكل (٢). بمعنى أن سرعة الكوكب تزداد عند اقترابه من الشمس حتى تصل إلى أعلى سرعة عند نقطة الحضيض، ثم تقل إذا ابتعد عنها حتى تصل إلى أقل قيمة لها عند نقطة الأوج.



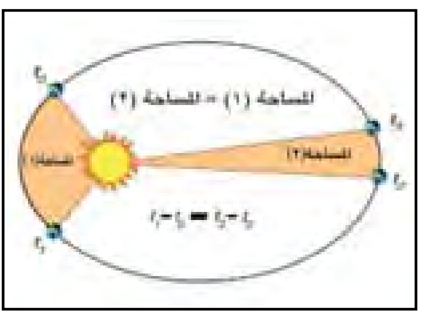
• شكل (١) المدار الإهليجي للكوكب

※ **القانون الثالث:** وقد تم اكتشافه بعد مضي عشر سنوات تقريباً من القانون الأول والثاني ، وينص على أن "مربع زمن دورة الكوكب حول الشمس تتناسب طردياً مع مكعب نصف المحور الكبير الذي يرمز له (a)، ومتوسط المسافة بين الكوكب والشمس" .

• قوانين نيوتن للجاذبية والحركة

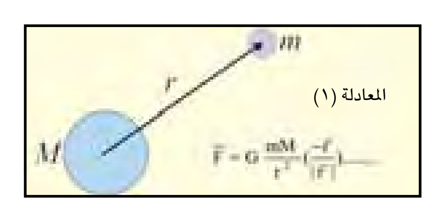
تمكن العالم الإنجليزي **إسحق نيوتن** (١٦٤٢-١٧٢٧م) من صياغة قانون الجاذبية وثلاثة قوانين تفسر حركة الأجسام وسرعتها، عرفت باسم قوانين نيوتن للحركة، وهي :

※ **قانون الجاذبية:** ويعتمد على قوانين **كيبلر** - خصوصاً القانون الثالث - كأساس في طرحه، وينص قانون **نيوتن** للجاذبية على أن "قوة التجاذب بين أي جسمين تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين مركزيهما وطردياً مع كتلة كل منهما"،



• شكل (٢) تساوي المساحات التي يمسحها القمر بتساوي مدة المسح

وبصيغة رياضية يمكن حساب هذه القوة (F) كما يلي:



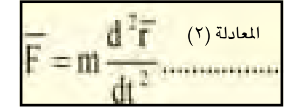
حيث:

- (M) كتلة الأرض = ٥,٩٧٤×١٠^٢٤ كجم
- (G) ثابت الجاذبية العام = ٦,٦٧×١٠^−١١ نيوتن .متر/كجم٢
- (r) المسافة بين منتصف قطر الأرض ومنتصف قطر القمر .

* **قوانين الحركة:** وهي ثلاثة قوانين تصف العلاقة بين حركة الجسم والقوى المؤثرة عليه، وهي:

– **القانون الأول (قانون الاستمرارية):** وينص على أن "الجسم الساكن والمتحرك في خط مستقيم يبقى علي حالته إذا لم يؤثر عليه بقوة خارجية" بمعنى أن السرعة في حالة (الجسم المتحرك) سوف تكون ثابتة إذا لم يكن هناك قوى مؤثرة.

– **القانون الثاني:** وينص على أنه: "إذا أثرت قوة على جسم ما فإنه سوف يتسارع بقيمة تتناسب مع القوة المؤثرة وفي نفس الاتجاه" ، ويمكن تمثيلها بالصيغة الرياضية التالية :



– **القانون الثالث**، و ينص على أن "لكل فعل رد فعل مساوي له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه".

السرعة المدارية

عند الوقوف على قمة جبل وقذف كرة بشكل أفقي وبسرعة معينة فإنها سوف تتسارع إلى الارض – حسب قانون **نيوتن** الثاني – (سقوط حر) وتأخذ مساراً مقوساً بعد مسافة أفقية معينة تعتمد على سرعتها الابتدائية عند قذفها .



● شكل (٣) مسارات الكرة عند سرعات ابتدائية مختلفة

يوضح الشكل (٣) مسارات الكرة عند سرعات ابتدائية مختلفة.

ومن الملاحظ أنه عندما تنطلق الكرة بسرعة عالية جداً بحيث تتساوى عندها قوة الطرد المركزي مع قوة الجاذبية الأرضية فإنها لاترتطم بالأرض بل تسلك مداراً دائرياً حول الأرض.

وبناء على هذه الظاهرة وجد العلماء أنه يمكن للقمر الاصطناعي الدوران حول الأرض إذا أطلق بسرعة ٨كم/ثانية (٢٨,٨٠٠كم/ساعة) قريباً من سطح الأرض، ويحتاج إلي سرعة أقل من ٥,٥ كم/ ثانية إذا أطلق على ارتفاع ٨١٣٦ كم فوق سطح الأرض. ويعني ذلك: أن السرعة المدارية تتناقص كلما ابتعدنا عن سطح الأرض (جاذبية الأرض). ويمكن حساب سرعة القمر المدارية كمايلي:

سرعة القمر الاصطناعي في المدار الدئري = $\sqrt{\frac{GM}{r}}$

سرعة القمر الاصطناعي في المدار الإهليجي = $\sqrt{\frac{2GM}{r} - \frac{GM}{a}}$

حيث "r" المسافة بين القمر الاصطناعي ومركز الكرة الأرضية. فمثلاً يمكن حساب "r" لمدار يبلغ إرتفاعه ٦٠٠ كلم كالتالي:

r=٦٠٠كلم + نصف قطر الكرة الأرضية

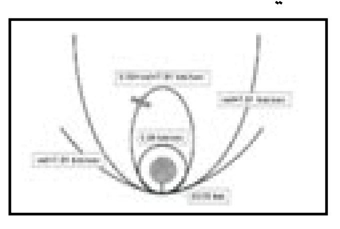
=٦٠٠+٦٣٧٨ = ٦٩٧٨ كلم

GM = ٣٩٨٦٠٠

يوضح الجدول التالي سرعة القمر في مدار دائري عند ارتفاعات مختلفة:

الارتفاع	السرعة
٦٠٠ كلم	$\sqrt{\frac{٣٩٨,٦٠٠}{٦,٩٧٨}}$=٧,٥٥ كلم/ث
١٠,٠٠٠ كلم	$\sqrt{\frac{٣٩٨,٦٠٠}{١٦,٣٧٨}}$=٧,٥٥ كلم/ث
٢٠,٠٠٠ كلم	$\sqrt{\frac{٣٩٨,٦٠٠}{٢٦,٣٧٨}}$ = ٣,٨٨ كلم/ث

وفي حالة زيادة السرعة عن السرعة الدائرية يتحول المدار إلى مدار بيضاوي (إهليجي)، شكل(٤)، بحيث تزداد فلطحة هذا المدار كلما زادت السرعة ، حتى يفلت القمر من جاذبية الأرض عند سرعة تسمى بسرعة الإفلات (Escape Velocity)، ويسلك القمر الاصطناعي مساراً بشكل قطع مكافئ ويبتعد عن جاذبية الأرض.



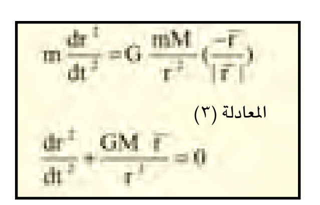
● شكل (٤) مسارات القمر عند سرعات مختلفة

ويتناقص ارتفاع القمر نتيجة الاحتكاك مع الجزيئات الموجودة في مداره، وقد يرتطم بالأرض بعد مدة من الزمن إذا لم يحترق كاملاً خلال اختراق الغلاف الجوي.

حركة القمر الاصطناعي حول الأرض

تعتمد حركة القمر الاصطناعي حول الأرض على قانون **نيوتن** الثاني وقانون **نيوتن** للجاذبية . فمثلاً لإيجاد معادلة تبين حركة قمر اصطناعي كتلته (m) حول الأرض كتلتها (M)، ومن ثم معرفة شكل المدار حول الأرض عن طريق حل المعادلة . وبذلك يكفي للتنبوء بمسار القمر (لفترات زمنية قصيرة) معرفة حالته الابتدائية، وبعدها تصبح حركة القمر معلومة كنتيجة لحل معادلات الحركة.

بتعويض قوة الجاذبية ـ معادلة (١) ـ في قانون **نيوتن** الثاني للحركة ـ معادلة (٢) ـ يمكن الحصول على المعادلة التالية لمتجه التسارع للقمر الاصطناعي:



$$m\frac{d\vec{r}^{\,2}}{dt^2}=G\frac{mM}{r^2}\left(\frac{-\vec{r}}{|\vec{r}|}\right)$$

المعادلة (٣)

$$\frac{d\vec{r}^{\,2}}{dt^2}+\frac{GM}{r^3}\vec{r}=0$$

تسمى هذه المعادلة بمعادلة حركة الجسمين (Equation of two body motion) وهي مبنية على الفرضيات التالية :

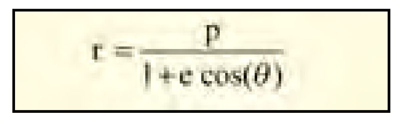
١ـ إهمال تأثير الأجسام المحيطة بالأرض والقمر الاصطناعي (مثال القمر الطبيعي ، الشمس. . الخ).

٢ـ إهمال كتلة القمر الاصطناعي بالمقارنة مع كتلة الأرض.

٣ـ أن قوة الجاذبية هي القوة المؤثرة الوحيدة بين القمر الاصطناعي والأرض.

٤ـ عدم احتساب فلطحة الأرض عند الأقطاب (الأرض ليست كروية تماماً).

بعد إجراء بعض العمليات الرياضية لمعادلة الحركة يمكن التوصل للحل النهائي كما يلي:



$$r=\frac{p}{1+e\cos(\theta)}$$

حيث إن :

ـ Θ تمثل الزاوية القطبية التي تحدد موقع القمر في مداره.

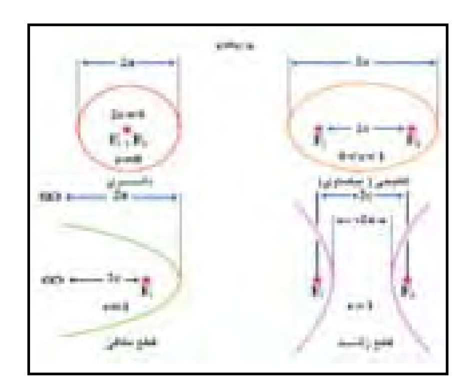
ـ (e) تمثل مقدار الانحراف (Eccentricity) .

ـ(p) ثابت المدار .

ويصف هذا الحل أحد القطوع المخروطية المعروفة كما هو موضح في شكل (٥).

وبذلك يكون مدار القمر الاصطناعي حول الأرض كما يلي:

ـ دائرياً (circular) : إذا كان مقدار الانحراف (e) يساوي صفر، وقطره يساوي (r = p).



● شكل (٥)القطوع المخروطية

ـ بيضاوياً (ellipse) : إذا كان الانحراف بين صفر وواحد $(0 < e < 1)$.

ـ قطاع مكافئ (parabola) في حالة $(e=1)$.

ـ قطع زائد (hyperbola) في حالة $(e > 1)$.

الجدير بالذكر أن هذا الحل تقريبي، ولكن تزداد دقته كلما أخذنا بعين الاعتبار تأثير القوى المحيطة بالجسمين كما تقدم ذكره .

عناصر المدار

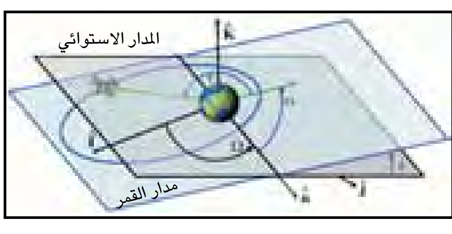
لتحديد وضع وشكل المدار الأهليجي (البيضاوي) في الفضاء لابد من معرفة عناصر المدار التقليدية ومتغيرات المدار الأهليجي، وهي ستة عناصر كما يوضحها شكل(٦).

● زاوية العقدة الصاعدة

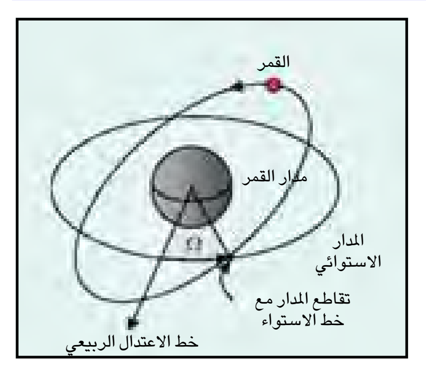
تعرف زاوية العقدة الصاعدة (Ω) (Right ascension of the ascending node) بأنها: الزاوية المحصورة بين خط الاعتدال الربيعي (Vernal equinox)، والخط الناتج من تقاطع مستوى المدار مع خط الاستواء (line of nodes).

زاوية الحضيض

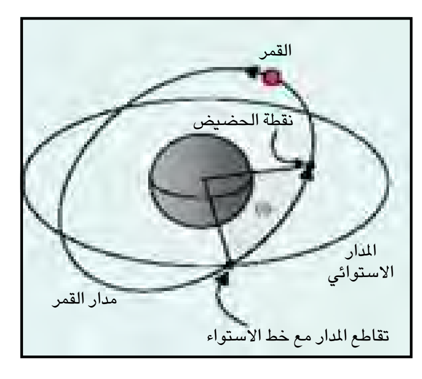
تعرف زاوية الحضيض (ω) (Argument of perigee): بأنها الزاوية المحصورة بين خط الاستواء



● شكل (٦) عناصر المدار



● شكل (٧) زاوية العقدة الصاعدة



● شكل (٨) زاوية الحضيض

(line of nodes) ونقطة الحضيض كما هو مبين في الشكل (٨).

زاوية ميلان المدار

تقاس زاوية ميلان المدار (i) (Orbital inclination) من خط الاستواء إلى مستوى المدار، ويسمى المدار مدار قطبياً إذا كانت زاوية ميلان المدار ٩٠° الشكل (٩).

مقدار الانحراف

يحدد مقدار الانحراف

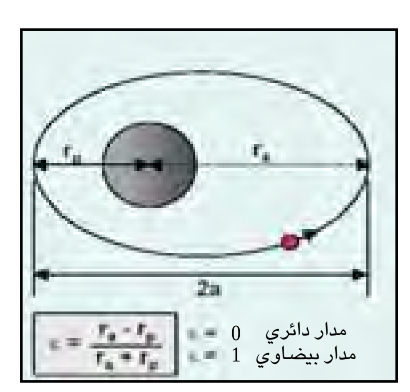


● شكل (٩) زاوية ميلان المدار

ـ اللامركزية ـ (Orbit eccentricity - e) الذي يتغير حسب قيمة اللامركزية (e) حسب ما هو موضح في الجدول (١) ولشكل (١٠)

مدار دائري	$e = 0$
مدار قطع ناقص (بيضاوي)	$0 < e < 1$
مدار قطع مكافئ	$e = 1$
مدار قطع زائد	$e > 1$

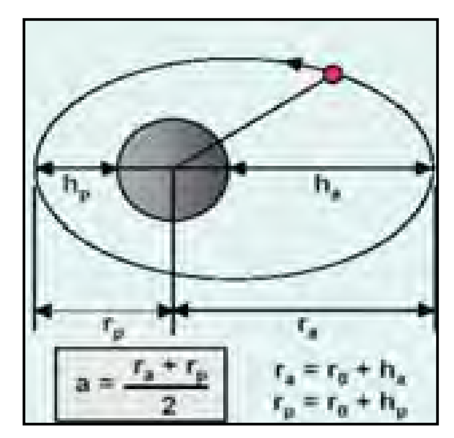
● جدول (١) تغير المدار باختلاف اللامركزية



● شكل (١٠) مقدار الانحراف

المحور شبه الأساس

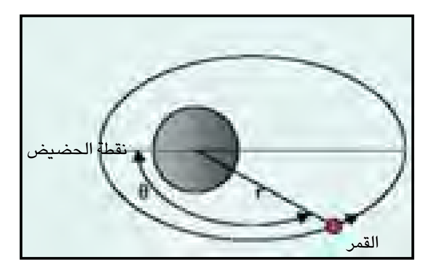
يحدد المحور شبه الأساس (Semi major axis) حجم المدار، ويمثل نصف المسافة للمحور الأساس أو الأكبر شكل (١١)، وفي حالة المدار الدائري يمثل هذا العنصر نصف قطر المدار.



● شكل (١١) المدار شبه الأساس

زاوية الابتعاد المداري

زاوية الابتعاد المداري (true anomaly): هي الزاوية المحصورة بين نقطة الحضيض وموقع القمر في المدار، كما هو مبين في الشكل (١٢).

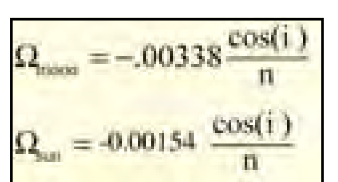


● شكل (١٢) زاوية الابتعاد المداري

تأثير الكواكب على مدار القمر الاصطناعي

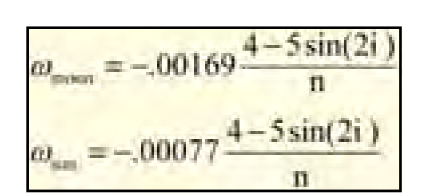
تؤثر الكواكب المحيطة بالقمر الاصطناعي على حركته في مداره ، فمثلاً تسبب قوى الجاذبية للشمس والقمر الطبيعي تغيرات دورية على عناصر مدار القمر الاصطناعي حول الأرض مثل ارتفاع المدار (H)، وزاوية الميلان (i) ، ومقدار الانحراف (e)، كما تسبب تغيرات تصاعدية (Secular) في زاوية الحضيض (ω)، وزاوية العقدة الصاعدة (Ω).

وتعد التغيرات التصاعدية الناشئة من تأثير الشمس والقمر ذات أهمية أكبر بالمقارنة بالمتغيرات الدورية ، ففي حالة المدار الدائري ، يمكن حساب معدل التغيير في زاوية العقدة الصاعدة (Ω).وزاوية الحضيض (ω) الناتجة من تأثير الشمس والقمر على النحو التالي:



$$\Omega_{moon} = -.00338 \frac{\cos(i)}{n}$$

$$\Omega_{sun} = -0.00154 \frac{\cos(i)}{n}$$



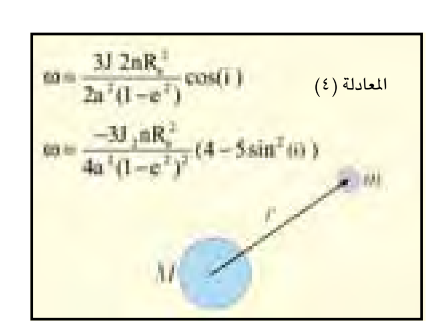
$$\omega_{moon} = -.00169 \frac{4 - 5\sin(2i)}{n}$$

$$\omega_{sun} = -.00077 \frac{4 - 5\sin(2i)}{n}$$

حيث تمثل (n) عدد دورات القمر الاصطناعي حول الأرض في اليوم الواحد .

تأثير الفلطحة على مسار القمر

عندما استنتجت معادلة الجسمين (Two body Problem) لم يؤخذ في عين الاعتبار فلطحة الأرض عند الأقطاب بل اعتبر أن الأرض كروية بشكل تام وذلك نتيجة لدوران الأرض حول محورها، وأن كتلتها موزعة بشكل منتظم ، وفي الحقيقة: إن فلطحة الأرض تسبب تغيرات تصاعدية في زاوية الحضيض (ω) وزاوية العقدة الصاعدة (Ω) حسب المعادلات التالية (تقريبية).



المعادلة (٤)

$$\omega = \frac{3J_2 nR_e^2}{2a^2(1-e^2)}\cos(i)$$

$$\omega = \frac{-3J_2 nR_e^2}{4a^2(1-e^2)^2}(4 - 5\sin^2(i))$$

حيث : J_2 = معامل التفلطح ،

e = قدار الانحراف ، i = زاوية الميل ،

Re = نصف قطر الأرض.

لذلك في حالة الأقمار المنخفضة الارتفاع (قريبة من جاذبية الأرض) يجب حساب قيمة هذه المتغيرات، حيث يستفاد في تصميم مدار متزامن مع الشمس، وذلك باختيار ارتفاع المدار مع قيمة معينة لزاوية ميله بحيث تتغير قيمة (Ω) بمعدل ٠,٩٨٥ درجة في اليوم، وينتج عن ذلك تزامن دوران المدار مع دوران الأرض حول الشمس.

أنواع المدارات وتطبيقاتها

يوجد العديد من المدارات، ولذلك يتم اختيار مدار القمر الاصطناعي بناء على أهداف ومتطلبات المهمة، فمثلاً يستخدم المدار القطبي (زاوية ميله تساوي ٩٠ درجة من خط الاستواء) عند الحاجة إلى التغطية الكاملة للكرة الأرضية ما عدا القطبين ، وفيما يلي وصف لبعض أنواع المدارات الدارجة في مجال الأقمار الاصطناعية.

المدار المتزامن مع الشمس

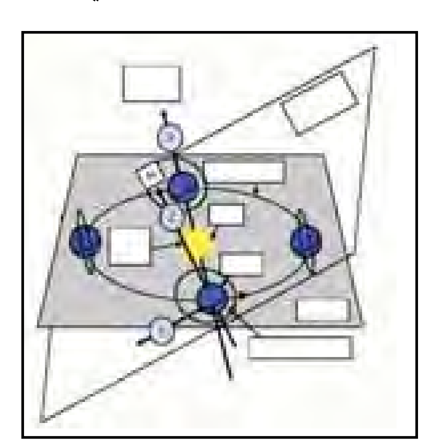
يحتفظ المدار المتزامن مع الشمس (Sun Synchronous Orbit) بزاوية ثابتة بينه وبين متجه الشمس (الخط الواصل بين الشمس والأرض) ، وذلك عن طريق اختيار ارتفاع المدار وزاوية ميلانه، بحيث يتزامن دوران الأرض حول الشمس مع دوران أو زحف مستوى المدار حول محور دوران الأرض (حوالي ٠,٩٨٥ درجة لكل يوم أو ٣٦٠ درجة في السنة) كما هو موضح في الشكل (١٣).

يقطع القمر الاصطناعي ـ في هذا المدار ـ خط الاستواء عند وقت محدد في كل دورة، ويمكن تحديد هذا الوقت عند عملية إطلاق القمر ووضعه في مداره ، فهو يغطي المنطقة المطلوبة في أوقات معينة تتكرر كل يوم.

يستفاد من هذا النوع من المدارات في تطبيقات الاستشعار عند بعد ، وفي حالة الحاجة للتصوير عند شدة إضاءة متقاربة لموقع معين على سطح الأرض، بالإضافة إلي أن هذا النوع من المدارات يجعل عملية الاتصال بالقمر من المحطة الأرضية مرتبطة بأوقات محددة، مما يساعد على وضع جدول زمني لفريق تشغيل القمر في المحطة الأرضية.

• مدار مولنيا

تبنى الاتحاد السوفيتي سابقاً تصميم مدار مولنيا (Molnya Orbit) في عام ١٩٦٥م مع أول مركبة فضائية بمسمى البرق (Molniya). يمتاز المدار بشكل بيضاوي (إهليجي) وبدرجة انحراف حولي ٠,٧٥ بحيث تصل المسافة بين أبعد نقطة عن سطح الأرض إلى ٣٩,٠٠٠ كم فوق الجزء الشمالي من الكرة الأرضية، وفي المقابل تتراوح أقرب نقطة للأرض ما بين ٢٠٠ إلى ١٠٠٠كم في الجهة الجنوبية من الأرض. يستغرق القمر ١٢ ساعة ليكمل دورة كاملة حول الأرض ، ويوضح الشكل (١٤) مدار مولنيا حول الكرة الأرضية.



• شكل (١٣) المدار المتزامن مع الشمس



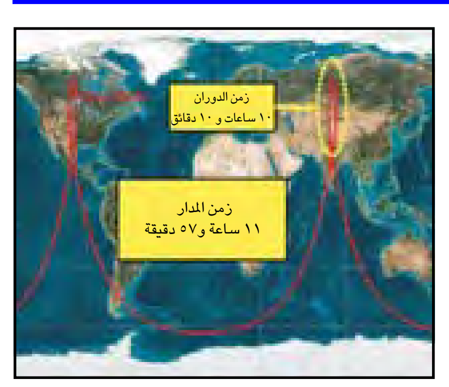
• شكل (١٤) مدار مولنيا

يقضي القمر في مدار مولنيا معظم الوقت في الجزء الشمالي من الكرة الأرضية، حيث يمكث حوالي ١١ ساعة في تغطية المنطقة المطلوبة، لذلك يستخدم هذا النوع من المدارات في أغراض الاتصالات من مواقع مرتفعة عن خط الاستواء (high latitudes locations). يصمم هذا المدار بزاوية ميل تقدر بـ ٦٣,٤ درجة، وذلك لمنع دوران المدار في مستواه، مما يتسبب في تغيير وضع أقصر وأبعد مسافة من القمر إلى الأرض عن الوضع المرغوب، يوضح الشكل (١٥) المسار الأرضي لمثل هذا النوع من المدارات.

من عيوب هذا المدار ـ مقارنة بالمدارات الثابتة (الاستوائية) ـ أن هوائيات المحطة الأرضية يجب أن تعمل على متابعة القمر ، لاستمرارية الاتصال به في الفترة المحدودة، كما أن القمر الاصطناعي في هذا المدار يواجه ما يسمى بحزام إشعاعي (Allen Radiation belt) حيث يؤثر ذلك على الأجهزة الإلكترونية في القمر إذا لم تكن هذه لأجهزة محمية بمواد لمقاومة الإشعاع. شكل (١٥).

• المدارات الثابتة

تمتاز المدارات الثابتة ـ المدارات الاستوائية (Geostationary Orbits) ـ بأنها دائرية ويصل ارتفاعها إلى ٣٦,٠٠٠ كم فوق سطح الاستواء، وبذلك تكون زاوية ميلان المدار تساوي صفر وسرعتها المدارية تساوي سرعة دوران الأرض حول محورها (بمعنى أن القمر يدور حول الأرض مرة واحدة في اليوم، فهو متزامن مع دوران الأرض حول محورها) وبالتالي يكون موقع هذا القمر ثابتاً بالنسبة لمحطة المراقبة علي سطح الأرض، حيث يمكن توجيه هوائيات المحطات الأرضية إلى نفس النقطة تقريباً في السماء، وهذا بدوره يسهل عملية الاتصال بالقمر، ولا يتطلب وجود نظام لمتابعة القمر كما هو الحال في المدارات الأخرى.

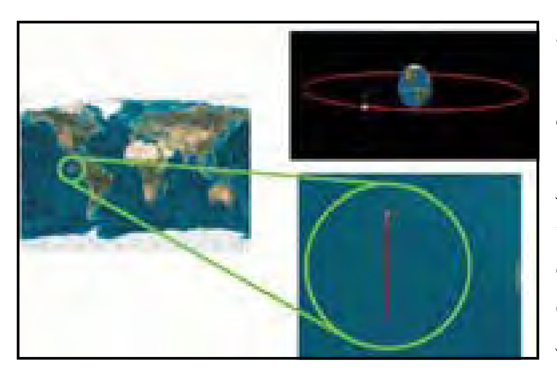


• شكل (١٥) المسار الأرضي لمدار مولنيا

يستخدم هذا المدار في تطبيقات أقمار الاتصالات والرصد الجوي (دراسة الطقس) وأقمار البث التليفزيوني الفضائي.

الجدير بالذكر أن ثلاثة أقمار من هذا النوع تستطيع أن تقدم شبكة اتصالات شاملة للعالم (ماعدا المناطق القطبية). يوضح الشكل (١٦) المدار الاستوائي (الثابت) والمسار الأرضي له.

من عيوب هذا المدار أن هناك تأخيراً زمنياً في نقل المعلومات من وإلى القمر (Time Delay) ، وذلك نتيجة المسافة الكبيرة التي يجب أن تقطعها الإشارة من مكان الى آخر على سطح الأرض مروراً بالقمر . لايمثل هذا التأخير عائقاً في حالة الإنترنت ونقل المعلومات من وإلى القمر ، ولكن يمكن استشعاره بشكل واضح عند إجراء المكالمات الهاتفية الدولية.



• شكل (١٦) المدار الاستوائي والمسار الأرضي له



متطلبات إنتاج الأقمار

د. محمد الماجد/د. خالد الدكان

تتطلب برامج إنتاج الأقمار الاصطناعية كغيرها من الصناعات المتقدمة والدقيقة، وضع خطط وأهداف مدروسة بدءاً بالفكرة، ومروراً بمراحل التصميم والتطوير والتصنيع، وانتهاءً بالاختبارات الأرضية والتشغيلية قبل وبعد الإطلاق.

ومما لاشك فيه أن إنتاج الأقمار الاصطناعية التجارية والعلمية والعسكرية - بخلاف أقمار الهواة التي يمكن إنتاجها في معامل صغيرة وبتكلفة مقبولة - يتطلب منشآت متخصصة ومتقدمة للإنتاج والاختبار، إضافة إلى بنية تحتية مساندة عالية التكاليف، إلا أن التقدم التقني الهائل في مجال الإلكترونيات والبصريات والاتصالات جعل تكلفة إنتاج الأقمار الاصطناعية في انخفاض مستمر. وتبقى مهمة القمر الرئيسية هي المحدد النهائي لحجم وعمق الدراسات الهندسية المطلوبة لخط الإنتاج المناسب والمنشآت اللازمة.

تستخدم الأقمار الاصطناعية أساساً في مهام عديدة، مثل: أنظمة الاتصالات العلمية، والبث التلفزيوني، كما تشكل نواة أنظمة الاستشعار عن بعد كالتصوير أو المسح الضوئي. إضافة إلى ذلك فإن لها مهاماً علمية بحتة بغرض اختبار أجهزة أو قطع لم يتم اختبارها في الفضاء، أو اختبار أنظمة جديدة وتحديد مدى دقة تجاوبها وفعاليتها. وللأقمار الاصطناعية تطبيقات ومهام عسكرية بحتة مثل التشويش والتنصت كأحد أساليب الحرب الإلكترونية.

تكلفة الإنتاج

تعتمد تكلفة إنتاج الأقمار الاصطناعية بشكل أساسي على المهام المراد تحقيقها من قبل القمر الاصطناعي، فكلما زادت مهامه زاد تعقيده وزادت تكلفته ودقة تصنيعه، ومن الأمور الأساسية هو تحديد مهمة القمر بشكل جلي وواضح، لأن ذلك يتعلق بالتكلفة، حيث إن إضافة بعض المهام أو التحسين في مهام أخرى - قد لاتخدم المهمة الأساسية أحياناً - تؤدي إلى مضاعفة التكلفة. فمثلاً، نجد أن محاولة تحسين دقة تصوير الكاميرا الرئيسية في قمر الاستشعار عن بعد بنسبة ٥٠٪ قد يؤدي إلى زيادة تكلفة تصنيعه بنسبة تتجاوز الـ ١٠٠٪ نتيجة انعكاس التغيير في حجم الكاميرا على حجم ووزن القمر الكلي، وكذلك إلى ازدياد تعقيد عملية تصنيع المنظار. عليه يجب على القائمين على تصنيع القمر تحديد المهام بدقة والالتزام بها حتى نهاية المشروع.

وبشكل عام يمكن القول إن تحديد مهمة القمر مرتبطة بقيود أساسية منها الاقتصادية، مثل: مدى توفر الدعم الكافي لإنتاج الأقمار، وكذلك الرغبة السياسية، حيث أن الأقمار الاصطناعية هي من أفضل الطرق لمعرفة مايحصل على سطح الأرض دون التقيد بحدود جغرافية؛ فأهمية الفضاء لدى الدول لاتقل أهمية عن الحدود الأرضية المتفق عليها. أما القيود العلمية والمعرفية فهي التي تعطي التمكن لدولة ما السيطرة على الفضاء، ومن ثم الإمساك بزمام التقنية الفضائية.

يمكن تصنيف تكلفة الأقمار الاصطناعية حسب المهام المناطة بها إلى ما يلي:

● أقمار الهواة والتعليمية

تكون أقمار الهواة والتعليمية أقل تعقيداً وتكلفة حيث تحتوي بشكل على أجهزة إرسال واستقبال إضافة إلى الأجهزة الأخرى المساندة لتشغيل القمر وتبادل المعلومات الداخلية وأسلوب تحكم وتوجيه مبسط. ولا يتطلب القمر الكثير من القدرات الصناعية ولا لأنظمة الاختبارات المتقدمة، ولكن تزداد تعقيداته عند الرغبة في زيادة مهامه كإضفاء مهمة حفظ المعلومات وتصنيفها مثلاً، وهذا يتطلب تطوير نظام الحاسب وإضافة ذاكرة كافية لاستيعاب المعلومات المراد حفظها والتعامل معها.

● أقمار مراقبة الأرض

تتطلب أقمار مراقبة الأرض (الاستشعار عن بعد) - لمعرفة أحوال الطقس مثلاً أو الملاحة، أو دراسة طبيعية الأرض من يابسة وبحار، أو حصر الموارد الزراعية، ودراسة مقدار التلوث البيئي - احتواء القمر على حمولة مناسبة (Payload) تمكنه من المسح الضوئي والتصوير. وبالتالي تتطلب منشآت متقدمة جداً للتصنيع والاختبار، وكوادر علمية ذات خبرة عالية، وهذه مكلفة جداً.

● **أقمار الاتصالات والبث التلفزيوني**

تعد أقمار الاتصالات والبث التلفزيوني الأعلى تكلفة والأصعب تصنيعاً وإطلاقاً وتشغيلاً بين جميع الأنواع المختلفة من الأقمار الاصطناعية ذات الاستخدام السلمي، فهي أقمار تدور في مدارات ثابتة ومتزامنة مع الأرض، مما يعني بعدها عن الأرض، وكبر حجمها، وحاجتها إلى حماية متقدمة ضد الإشعاع والظروف الفضائية الأخرى، وبالتالي زيادة في تكاليف إنتاجها وإطلاقها.

● **أقمار الأغراض العسكرية**

تقوم بعض الدول المتقدمة باستخدام أقمار الاستشعار عن بعد وأقمار الاتصالات المختلفة بعد تعديلها لاستخدامها في المجالات العسكرية للتنصت ومتابعة نشاطات الدول المختلفة، وكذلك لتأمين أنظمة اتصال مشفرة لقطاعاتها العسكرية. وتصبح عمليات التصنيع والاختبار والإطلاق في هذه الحالة باهظة جداً، وتتسم بالسرية التامة. وتشكل أقمار تحديد المواقع الدقيقة أنظمة لها استخدامات مدنية في أنظمة الملاحة المختلفة، وعسكرية مثل توجيه الصواريخ إلى أهدافها.

تصميم وإنتاج الأقمار

يمر تصميم وإنتاج الأقمار الاصطناعية بمراحل عدة تسير في نسق متشابه بغض النظر عن نوعية القمر المصنع أو طبيعة مهمته، ويمكن تحديد عشر مراحل للإنتاج تبدأ بدراسة متطلبات المستخدم النهائي للقمر، وتنتهي بمراجعة كاملة لاختبارات القبول النهائية لأجل إثبات جاهزية القمر للإطلاق. وفيما يلي عرض مختصرلما يتم عمله في كل مرحلة:ـ

● **المرحلة الأولى**

تبدأ المرحلة الأولى من عملية الإنتاج بأن يحدد الفريق الفني الخاص بتصميم وإنتاج القمر ـ بعيداً عن معامل الأقمار الاصطناعية ـ متطلبات المستخدم النهائي (User Requirement Specifications - URS)، ويجب على المستفيد النهائي توضيح المهام التي سيقوم بها القمر، والمواصفات الفنية الأساسية له، ويحدد العمر الافتراضي للقمر والتكاليف المتوقعة للتشغيل. وتكون المتطلبات موثقة في مستند يسمى «متطلبات المستخدم» ويكون المرجع الأساس لأي اختلاف قد ينشأ لاحقا بين الطرفين. ولتلافي أي اختلاف في تفسير المتطلبات يقوم الطرفان بمناقشتها من خلال اجتماعات دورية يتم فيها الاتفاق على كتابة بيان مهمة القمر الرئيسية (Mission Statement) ويجب على رئيس الفريق الفني إبراز البيان للجميع والتأكد من أن العمل يسير بناءً على ذلك.

● **المرحلة الثانية**

تشتمل المرحلة الثانية على تحليل مهام القمر (Mission Analysis)، حيث يقوم الفريق الفني بدراسة بيان مهمة القمر، ومتطلبات المستخدم بشكل دقيق، وما هي الأهداف التي يجب تحقيقها؟ ولماذا؟؛ وذلك لكي يتم تحديد ما يحتاج القمر إلى إنجازه، كما يجب تحديد الجودة التي تتحقق بها الأهداف مع أخذ مايلي بالاعتبار:

ـ احتياجات الفريق.

ـ التقنيات المطلوبة والمتاحة.

ـ الحدود المسموحة بها للتكلفة.

وينصح في هذه المرحلة المبكرة من المشروع وضع المتطلبات كأرقام محددة قابلة للمفاضلة والمبادلة (tradeoffs) وتفادي تثبيتها .

تبدأ بعد ذلك عملية تطوير مفاهيم مختلفة لتنفيذ المهمة، وتشمل التصور المبدئي للعمليات التي يمكن أن يقوم بها القمر لتحقيق الأهداف. حيث توضح عمليات القمر من نقل وتخزين المعلومات إلى أساليب التحكم به في كل مفهوم مقترح. وقد تختلف المفاهيم المقترحة في نوعية المدار الذي يجب استخدامه، والمراحل الزمنية، والتسلسل لعمليات التصميم والإنتاج.

يتم بعد ذلك تعريف مجموعة خيارات تتفاوت من ناحية عناصر المهمة الفضائية أو هيكلها. فمثلا يتم تحديد عدة خيارات حول كيفية إيصال القمر إلى مداره والجهة المنفذة، وانعكاسات ذلك على تصميم القمر والتكلفة النهائية. كما توضع تصاميم مختلفة للمحطات الأرضية المناسبة، وتحدد نوعية عمليات التحكم واستقبال البيانات (تباعاً لذلك).

تحدد التكاليف الأساسية لكل مفهوم من مفاهيم المهمة، والعوامل الرئيسة المؤثرة على الأداء: كعدد الأقمار المطلوبة، والطاقة الكهربائية اللازمة، ونوعية وارتفاع المدار، وحجم الحمولة ووزنها. وبتحديد عدد معقول من هذه العوامل يمكن تركيز الجهد التحليلي عليها لدراسة تأثيرها على التصميم، وبالتالي على التكلفة الكاملة للمشروع، مما يساعد على الوصول إلى التصاميم بالميزانية المتاحة.

تنتهي هذه المرحلة بالقيام بتحديد مفهوم المهمة المناسبة وتفصيل مايلي:

ـ ماهية القمر المراد تصنيعه.

ـ ما المهام التي يجب القيام بها.

ـ العمليات التي يجب أن تتم على القمر والعمليات التي تتم في المحطة الأرضية.

ـ المدار المناسب للمهام المطلوبة.

ـ التقنيات المتاحة للمصممين.

ـ ارتباط المهام بأنظمة محددة على القمر أو في المحطة الأرضية والميزانيات المتوفرة.



● **المرحلة الثالثة**

تشمل المرحلة الثالثة وضع مواصفات أنظمة القمر الفنية (System Specifications) وتسمى أحيانا مرحلة وضع المتطلبات الفنية الأساسية (Requiement Baseline)، والتي تنتج العديد من الوثائق التي

تصف بالأرقام المواصفات الهيكلية والوظيفية لأنظمة القمر المختلفة والعلاقات بينها. وتكون هذه الوثائق المرجع الأساس لتقييم تأثير القرارات الفنية المنفذة على آلية المطابقة مع المواصفات، ويمكن وضع الخطوات التالية للوصول إلى المتطلبات الفنية الأساسية:

- ترجمة متطلبات المستخدم النهائي إلى خصائص وظيفية ومزايا نظام.
- تحديد المتطلبات الوظيفية والبدء في تقسيمها إلى عناصر محددة.
- تحديد الانسياب الوظيفي وتحديد معايير الأداء لكل وظيفة.
- ترجمة الخصائص الوظيفية إلى مواصفات تقنية قابلة للقياس، والتي بدورها تصبح المتطلبات الأساسية من الأنظمة الحقيقية المطلوب تصنيعها.
- إنشاء رسم تخطيطي يوضح بجلاء جميع العلاقات بين الأجهزة الفعلية والبرمجيات وتمثيل البيانات على مستوى النظام ككل.
- تقسيم المتطلبات الوظيفية إلى متطلبات فرعية على عدة مراحل حتى الوصول إلى مستوى وظيفي محدد يتم تنفيذه بعنصر واحد فقط.
- إعادة تنفيذ ما سبق حتى يتم التأكد من شمولية المواصفات لمتطلبات المستخدم النهائي وقدرة العناصر المكونة للنظام من تنفيذه.
- اعتماد المواصفات الفنية بشكل رسمي ووضعها تحت إدارة التحكم بالتصميم والمستندات (Configuration Management).

● المرحلة الرابعة

تتمثل المرحلة الرابعة في عمل التصاميم الأولية لأنظمة القمر (Preliminary Design Phase)، حيث يبدأ العمل الجماعي لكل أفراد الفريق الفني بعمل التصاميم الأولية لكل نظام من أنظمة القمر انطلاقاً من المواصفات الفنية الرئيسة. ويضع الفريق الفني عدة مقترحات تصميمية للمفاضلة والمبادلة بينها واختيار الأنسب، ويكون التواصل بين الأعضاء في أعلى مستوياته في هذه المرحلة لما يتطلبه التصميم الأولي للقمر من تنسيق بين الأنظمة المختلفة والحرص على



● فريق عمل يتابع تصميم وتجميع قمر صناعي.

تفادي التعارض الكبير بين مواصفات نظام جزئي وآخر. فمثلاً يتطلب فريق الهيكل الكثير من المعلومات الأولية من كل نظام جزئي للقمر للوصول إلى تصور مبدئي لحجم ووزن القمر، كما يتطلب تصميم الألواح الشمسية تصوراً مبدئياً عن كمية الطاقة المطلوبة. ويستفاد من أنظمة المحاكاة المختلفة وبعض البرمجيات الخاصة للحصول على أدق القياسات للوصول إلى تصور مبدئي متكامل لكافة أنظمة القمر.

يتم تصميم الدوائر الإلكترونية المختلفة وتصنيعها بشكل مبسط مع مراعاة طبيعة المنتج النهائي، وتجرى اجتماعات عديدة لمناقشة كل نظام على حدة إلى أن يتم الوصول إلى التصميم الأولي المناسب لها.

وتختتم هذه المرحلة بتوثيق التصاميم الأولية، وآلية اختبارها، والنتائج المتوقعة، واختبار التصميم المقترح، والذي على ضوئه يقرر الاستمرار فيه من عدمه، وتجرى العديد من الاجتماعات الرسمية التي يطلق عليها اجتماعات التصاميم الأولية (Preliminary Design Reviews-PDR).

● المرحلة الخامسة

يتم في هذه المرحلة عمل التصاميم النهائية لأنظمة القمر (Critical Design Phase)، حيث يقوم كل فريق بالتركيز على تنقيح التصميم وإعادة تصنيع الأنظمة الإلكترونية باستخدام قطع إلكترونية خاصة، ويهتم بشكل كبير في شكلها وتوزيعها لتتناسب مع المتطلبات البيئية لأنظمة الفضاء. كما يتم في هذه المرحلة وضع التصاميم النهائية، وتحديد مواصفاتها الفنية ومدى مطابقتها للمواصفات الفنية الأساسية للقمر. وهنا تكون عملية توثيق التصميم في أوجها بإصدار المستندات المختلفة - لكل نظام - التي تصف بشكل دقيق كل ما يتعلق به من خصائص ميكانيكية وكهربائية وإلكترونية وبرامجية. وتشمل كذلك طرق الاختبار اللازمة للتأهيل والقبول.

تكتمل هذه المرحلة بعرض وتوثيق التصاميم النهائية وآلية اختبارها والنتائج المتوقعة، وتجرى العديد من الاجتماعات الرسمية التي يطلق عليها اجتماعات مراجعة التصاميم النهائية (Critical Design Reviews- CDR).

وبمجرد اعتماد التصاميم النهائية بشكل رسمي يتم وضعها تحت إدارة التحكم بالتصميم والمستندات (Management Configuration).

ومن الجدير بالذكر أنه بعد هذه المرحلة لايمكن تعديل أي مواصفة أو تصميم بدون استخدام الاجراءات المتبعة للتعديل في إدارة التحكم بالتصميم والمستندات مثل مقترح تعديل هندسي (Engineering Change Proposal-ECP) حيث تتم دراسة المقترح وأثر التعديل المطلوب على مدة وتكلفة المشروع قبل الموافقة أو الرفض.

● المرحلة السادسة

تتمثل المرحلة السادسة بعملية تصنيع أنظمة القمر واختبار تأهيلها (Qualification Model Phase-QM-1) ، حيث تبدأ بعمليات التصنيع الرئيسة لجميع أنظمة القمر، وذلك بعد اكتمال مرحلة التصميم والتنقيح النهائية. وتتسم هذه العمليات باستخدام قطع ومواد تتناسب مع البيئة الفضائية وهي باهظة التكاليف، ويتم التعامل معها وفق إجراءات صارمة من حيث النظافة والكهرباء الساكنة بشكل رئيس. ثم تُصَف جميع القطع، وتُرقم، وبعد ذلك تُخزَّن في ظروف بيئية مناسبة.

يجري بعد ذلك تجميع كل نظام في القمر على حدة باستخدام الأجزاء المناسبة، ومن ثم تُجرى الاختبارات التأهيلية الخاصة بأنظمة الأقمار الاصطناعية، والتي قد تشمل:

- الاهتزازات الميكانيكية لمحاكاة ظروف الإطلاق.
- التذبذب الحراري مع التفريغ الهوائي لمحاكاة التغيرات الكبيرة في درجات الحرارة في المدار.

ـ التوافق الكهرومغناطيسي الشامل للتأكد من حماية النظام من التداخل الكهرومغناطيسي وعدم تسببه في ذلك.
ـ التعرض للإشعاع بجرعات معجلة.

يجب التنويه هنا إلى أن هذه الاختبارات تُجرى ضمن الحدود القصوى المتوقعة في الفضاء، والتي يحتمل أن يتعرض لها القمر في فترات قصيرة فقط، وقد ينتج عن هذه الاختبارات بعض الضرر لهذه الأنظمة. ويجب أن تتم الاختبارات الوظيفية لأنظمة القمر تحت هذه الظروف البيئة للتأكد من قدرتها على القيام بوظائفها.

يقوم كل فريق فني بتوثيق وعمل كل التعديلات الفنية اللازمة ونتائج الاختبارات التي تمت. وتكتمل هذه المرحلة بعرض وتوثيق الأنظمة المتأهلة ونتائج اختبارها من خلال اجتماعات رسمية يطلق عليها اجتماعات مراجعة الاختبارات التأهيلية (Qualication Reviews-QR). ويتم تخزين القطع المتأهلة المجمعة بعد تصنيفها وترقيمها. وبمجرد اعتماد النتائج النهائية بشكل رسمي؛ يتم وضعها تحت إدارة التصميم والمستندات (Configuration Management).

● المرحلة السابعة

يتم في هذه المرحلة تجميع الأنظمة المكونة للقمر واختبار تأهيله (Qualification Model Phase-QM-2) في صورته النهائية تحت ظروف بيئية عالية النظافة، وتحت حماية صارمة ضد الكهرباء الساكنة. ولايتم تركيب جميع الأنظمة المكونة للقمر، حيث تركب الأنظمة بدون تكرار. فمثلاً لا يتم تركيب جميع مجسات قياس سرعة الدوران، بل يكتفى بمجس واحد ويوضع بدلاً عن المجسات الباقية قطع مكافئة لها ميكانيكياً.

وتجرى الاختبارات التأهيلية مرة أخرى على القمر ككل. ويجري القيام بالاختبارات الوظيفية للقمر تحت هذه الظروف البيئة للتأكد من قدرته على القيام بوظائفه. ويتم توثيق وعمل كل التعديلات الفنية اللازمة ونتائج الاختبارات التي تمت وعرضها من خلال اجتماع رسمي يطلق عليه اجتماع مراجعة الاختبارات التأهيلية للقمر (Satellite Qualification Review -SQR). وهنا كذلك يتم اعتماد النتائج النهائية بشكل رسمي ووضعها تحت ادارة التحكم بالتصميم والمستندات (Configuration Management).

● المرحلة الثامنة

تعاد جميع العمليات التي أجريت في المرحلة السادسة لتصنيع جميع أنظمة القمر واختبار قبولها (Flight Model Phase- FM-1) ، وتتسم هذه الاختبارات بأنها ضمن الحدود المتوقعة للبيئة الفضائية التي ستعمل فيها هذه الأنظمة. ويتم عمل هذه النوعية من الاختبارات على جميع الأنظمة حتى المتكررة منها. ويجري القيام بالاختبارات الوظيفية لأنظمة القمر تحت هذه الظروف البيئة للتأكد من قدرتها على القيام بوظائفها.

يقوم كل فريق فني بتوثيق وعمل كل التعديلات الفنية اللازمة ونتائج الاختبارات التي تمت. وتكتمل هذه المرحلة بعرض وتوثيق الأنظمة المقبولة ونتائج اختبارها من خلال اجتماعات رسمية يطلق عليها اجتماعات مراجعة اختبارات القبول (Acceptance Reviews-AR).

يتم تخزين القطع المقبولة المجمعة بعد تصنيفها وترقيمها. وبمجرد اعتماد النتائج النهائية بشكل رسمي يتم وضعها تحت إدارة التحكم بالتصميم والمستندات (Configuration Management).

● المرحلة التاسعة

تتمثل هذه المرحلة في تجميع القمر واختبار قبوله (Flight Model Phase- FM-2)، ويمكن تجميعه في صورته النهائية بتكامل الأنظمة المكونة له في المرحلة الثامنة تحت ظروف بيئية عالية النظافة، وتحت حماية صارمة ضد الكهرباء الساكنة. وهنا يتم تركيب جميع الأنظمة المكونة له.



● تجميع القمر في مراحله النهائية.

تجرى اختبارات القبول على القمر ككل مرة أخرى بالمدى نفسه. ويجري القيام بالاختبارات الوظيفية للقمر تحت ظروف بيئية للتأكد من قدرته على القيام بوظائفه. ويتم توثيق وعمل كل التعديلات الفنية اللازمة ونتائج الاختبارات التي تمت وعرضها من خلال اجتماع رسمي يطلق عليه اجتماع مراجعة اختبارات القبول للقمر (Satellite Acceptance Review-SAR). وهنا يتم اعتماد النتائج النهائية بشكل رسمي ووضعها تحت إدارة التحكم بالتصميم والمستندات (Configuration Management).

● المرحلة العاشرة

تمثل هذه المرحلة المراجعة النهائية لجاهزية القمر للإطلاق (Flight Readiness Review-FRR)، وفيها يتم عمل مراجعة نهائية للقمر وعمل اختبارات خاصة باستخدام تجهيزات المحطات الأرضية الحقيقية، وذلك بعد الانتهاء من جميع الاختبارات الوظيفية للقمر ودراسة الأداء ومطابقته لمتطلبات المستخدم. كما يتم في هذه المرحلة عمل جميع السيناريوهات المتوقعة أثناء عملية تدشين القمر ـ بحسب خطة عمل واضحة ومحددة ـ للتأكد من خلوه من أي عيوب أو خلل.

يجب أن تعاد المراجعة في موقع الاطلاق للتأكد من سلامة القمر من آثار النقل من موقع التصنيع إلى موقع الإطلاق.

معامل إنتاج واختبار الأقمار

يتطلب إنتاج الأقمار الاصطناعية معامل خاصة تعتمد مواصفاتها على طبيعة وأهمية مراحل التصنيع. وبناءً عليه يمكن تصنيف تلك المعامل على النحو التالي:

● ورش الإعداد والتهيئة والتصنيع الميكانيكية

تشتمل هذه الورش على الآلات الرئيسة للأشغال الميكانيكية عالية الدقة كالخراطة والفرز وحفر الثقوب، وقد تستبدل تلك بآلات



● (CNC) أجهزة صغيرة للبرمجة والتشغل متعدد الأغراض.



● هيكل القمر سعودي سات .

للبرمجة والتشغيل الذاتي مثل: سي إن سي (Computer Numeric Control-CNC) بحيث تحول الرسومات الهندسية إلى لغة آلية، ومن ثم يتم التشغيل الذاتي لها والحصول على المنتج. ومن أهم وأعقد مهام التصنيع في القمر الاصطناعي هو الهيكل، وخاصة الجزء السفلى منه لما له من علاقة أساسية بقاعدة منصة الإطلاق المخصصة لتثبيت الأقمار داخل بوتقة الصاروخ . كما تشمل تلك الورش أماكن حفظ العدد الميكانيكية الخاصة بالتصنيع.

● ورش الإعداد والتهيئة والتصنيع الإلكترونية

تتضمن هذه الورش معدات فحص سلامة الألواح الإلكترونية الخام (Printed Circuit Board-PCB) ، كما تتضمن ورش الإعداد والتهيئة والتصنيع الإلكترونية الخاصة بأنظمة القمر. تصمم الورش على أساس التخلص من الدخان المتصاعد أثناء القيام بمهام اللحام. كما تحتوي هذه المنطقة على أجهزة القياس الكهربائية لفرق الجهد وشدة التيار وأجهزة السيليسكوب (Oscilloscopes). عند الانتهاء من مرحلة اللحام يتم غسل الألواح بمحاليل كيميائية خاصة والتأكد من إزالة الشوائب العالقة لما لها من آثار سلبية مثل الالتماس الكهربائي، وتلف بعض القطع الإلكترونية أو اللوح الإلكتروني بأكمله. تجفف تلك الألواح عند جهازيتها، ومن ثم تحفظ في منطقة الغرف النظيفة إلى حين استخدامها.

● منطقة الاختبارات الأرضية

نظراً لتعدد الاختبارات الأرضية لأنظمة القمر أو القمر بأكمله فقد عنيت المؤسسات والشركات المتخصصة بوفير البنية التحتية لاستيعاب كافة الأجهزة والمعدات اللازمة لها، والتي يمكن توضيحها كالتالي:

- جهاز التفريغ الآلي.
- جهاز اختبار الاهتزازات.
- جهاز اختبار التذبذب الحراري.
- منطقة اختبار التداخلات والتكافؤ المغناطيسي.
- الغرف النظيفة كمنطقة تجميع أنظمة القمر.

● جهاز قياس نسبة العوائق.

يتميز القمر الاصطناعي عن غيره من الصناعات المتقدمة الأخرى بوجوده في بيئة فضائية لها جاذبية أرضية متدنية جداً. يجب توفير غرف نقية من العوالق الهوائية لتفادي أي ضرر قد يلحق بكفاءة المنتج وخاصة قمر الإطلاق، مثل ذرات الغبار والرائش المتبقي من عمليات التشغيل الميكانيكي؛ لأنها قد تسبب فشل مهمة القمر بأكملها إذا ما ساعدت تلك العوالق في حدوث التماس كهربائي، خصوصاً في حالة التصاقها ـ مثلاً ـ بين أرجل أحد الشرائح الإلكترونية الدقيقة، مما يسبب تلفها أو تلف اللوح الإلكتروني برمته.

تختلف الغرف النظيفة من حيث نقاوة أجوائها من عوالق الهواء المتعددة المصادر ويتم تصنيفها على أساس عدد الذرات العالقة(ذرات الغبار في مجملها) في البوصة المكعبة، وقد صممت أجهزة خاصة لهذا الغرض. وبشكل عام يمكن حفظ وتجميع أنظمة القمر في مستوى نظافة يصل إلى مستوي ـ ١٠,٠٠٠ مايعني إمكانية تواجد عوالق هوائية بمعدل ١٠٠٠٠ ذرة بحجم أكبر من نصف مايكرومتر قطر في البوصة المكعبة.

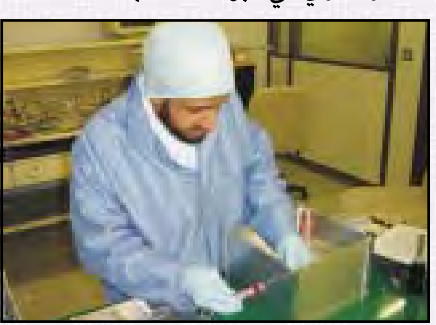
● منطقة فحص واختبار العدسات

يجب أن تكون منطقة فحص واختبار وموازنة العدسات المكونة لحمولة القمر من أنقى أماكن التجميع والاختبار لماقد تسببه العوالق الهوائية من انعكاسات للحزم الضوئية وعدم دقة الاختبارات. لذلك عنيت هذه المنطقة باهتمام من حيث النظافة والتصميم يتناسب مع مهام اختبار العدسات وتجميعاتها. تصمم هذه المنطقة بدرجة نظافة تصل إلى مستوى ـ ١٠٠٠ ما يعني إمكانية تواجد عوالق هوائية بمعدل ١٠٠٠ ذرة بحجم أكبر من نصف مايكرو متر قطري في البوصة المكعبة.



● جهاز اختبار التفريغ الهوائي.

● جهاز اختبار الاهتزازات.



● تجميع القمر سعودي سات بالغرفة النظيفة بالمدينة.



تُحمل الأقمار الاصطناعية عن طريق وسيط يساعدها للوصول إلى مدرات فضائية (Orbits) معينة حول الأرض، لتسير فيها بسرعات وفترات زمنية تتناسب ومقدار ارتفاعها عن مستوى سطح الأرض. وقد تُوضع الأقمار في مدارات مؤقتة (Transfer Orbits) لإتمام انطلاقها إلى مداراتها النهائية كما هو الحال في مدارات الأقمار الثابتة (Geostationary Orbits). وبسبب تدني الجاذبية وضعف المؤثرات الجانبية كمقاومة الهواء (Air Drag) والضغط الشمسي (Solar Pressure) عند الارتفاع؛ تزوّد هذه الأقمار بأنظمة دفع (Propulsion Systems, Thrusters) تساعدها على الانطلاق من مداراتها المؤقتة إلى مداراتها الثابتة.

تعد محاولة اختراق مجال الجاذبية الأرضية صعوداً من أكبر عوائق إطلاق الصواريخ والمركبات الفضائية الحاملة للأقمار الاصطناعية. ويرجع السبب في ذلك إلى أن هذا الاختراق يحتاج إلى حرق كميات كبيرة من الوقود ـ تزيد عن الثمانين بالمئة من الوزن الكلي للصاروخ ـ للحصول على سرعة إطلاق يصل مداها إلى ٤٠ ألف كيلومتراً في الساعة تقريباً، وتسمى هذه السرعة بسرعة الانفلات (Escape Velocity).

وعند وصول الصاروخ إلى ارتفاعات وسرعات محددة مسبقاً، تنفصل الأقمار عنه بشكل متتابع لتوضع في مداراتها حول الأرض، بحيث تكون سرعاتها الخطية أكثر من ٧ كيلومتر في الثانية الواحدة.

أساليب إطلاق الأقمار الاصطناعية

تتنوع أساليب إطلاق الأقمار الاصطناعية، وتتفاوت بحسب التقنيات والاستخدامات وطبيعة المهمة والمدار، شكل (١).

هناك طرق متعددة لتمكين الأقمار الإصطناعية من الوصول إلى مدارتها، ومنها :

● المكوك الفضائي

يتميز المكوك الفضائي أو ما يعرف بالمركبة الفضائية (Space Shuttle) بأن له القدرة على العودة إلى الأرض بعد إنهاء مهمته واستخدامه مرة أخرى. يتكون المكوك الفضائي من ثلاثة أجزاء رئيسية، هي:

١ ـ المركبة المدارية لحمل رواد الفضاء، والأقمار الاصطناعية.

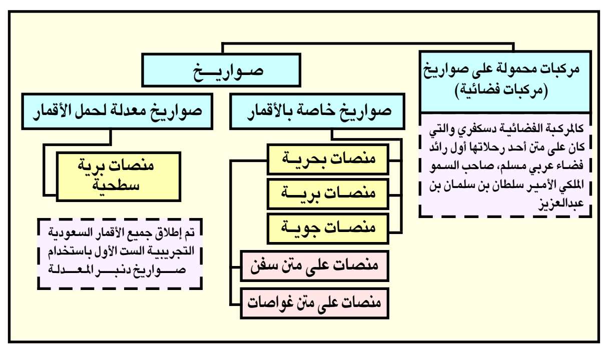
٢ ـ خزان خارجي لاستيعاب كميات الوقود اللازمة لتشغيل عدد من المحركات في مؤخرة المكوك.

٣ ـ صاروخان، ويعملان ـ عادة ـ بالوقود الصلب (Solid Fuel) لتمكين المكوك وطاقمه البشري والمحركات المرفقة معه ـ عدا الصواريخ المساعدة على إخراجه من محيط الغلاف الجوي وخزان الوقود الضخم ـ من التغلب على الجاذبية وتجاوز مجال الغلاف الجوي.

يعود المكوك إلى الأرض بعد إتمام مهامه المتعددة كإطلاق الأقمار الاصطناعية المحمولة بداخله، أو أعمال الصيانة لأقمار على رأس العمل أو بعض التجارب العلمية لرواد الفضاء بداخله.

يتم التحكم بالمكوك الفضائي عند الإطلاق والهبوط بواسطة رواد الفضاء عن طريق الاتصال المباشر والتحكم الآلي من خلال المحطات الأرضية، فعند البدء بإطلاق المكوك يتم استهلاك الوقود الصلب من قبل الصواريخ الحاملة له بغرض تجاوَز الغلاف الجوي ومقاومة الجاذبية بسرعات محددة. وبعد فترة وجيزة ـ تصل إلى الدقيقتين ـ يتم التخلص من صواريخ الوقود الصلب عن المكوك والاعتماد على المحركات وخزانات الوقود المساندة. وما أن يصل المكوك إلى ارتفاع معين ـ بعد زمن يصل إلى ثمان دقائق ـ يتم ايقاف المحركات والتخلص من الخزانات الفارغة من المكوك كنفايات فضائية؛ وتشغيل محركات صغيرة لتمكين المكوك من التحكم في مساره والتوجيه بشكل متقن، ويستمر المكوك في مداره كما لو كان قمراً اصطناعياً.

بعد ذلك تبدأ عملية إطلاق الأقمار المحمولة، وإتمام بقية المهام من صيانة لأقمار أو تجارب علمية أخرى، يبدأ المكوك رحلة العودة إلى الأرض، وذلك بعكس اتجاهه وتشغيل محركاته لتقليل سرعته، مما يؤدي به إلى مغادرة مداره إلى مدار أدنى منه، إلى أن يصل إلى مجال الغلاف الجوي، حيث يتم التحكم فيه من قبل رواده كما لو كان طائرةَ اعتيادية، إلى أن ينتهي به المطاف بالهبوط على الأرض.



● شكل (١) أساليب إطلاق الأقمار الاصطناعية.

● الصاروخ

تعد الصواريخ من أقدم الطرق لإطلاق الأقمار الاصطناعية، ولكن من

عيوبها أنها لا يمكن إعادتها إلى الأرض مرة أخرى، حيث تلفظ مكوناتها في الفضاء.

تمتلك الصواريخ الحاملة لأقمار اصطناعية نظام توجيه وتحكم دقيق (Determination and Control system) ومعقد يغنيها عن العنصر البشري، كما هو الحال في المكوك الفضائي. فمن خلال هذا النظام يمكن تحديد موقع الصاروخ وارتفاعه والتأكد من موافقته للمسار المحدد له. يتكون الصاروخ من الأجزاء الرئيسية التالية:

* **نظم التوجيه:** وتعمل على تحديد اتجاه وسرعة الصاروخ واللتان تعدان من الأمور المهمة التي يجب معرفتها بشكل دقيق ومدروس خلال كامل الرحلة. ويتم تغيير سرعة الصاروخ عن طريق التحكم في كميات الوقود المختزن. وهناك طرق متعددة يمكن من خلالها توجيه الصاروخ والتي منها مايلي:ـ

ـ **التوجيه المبرمج** (Pre-Programmed Determination): وهو عبارة عن إعطاء خط السير الكامل للصاروخ قبل البدء في عملية الإطلاق، ويتم ذلك وفقاً لدراسات تتعلق بالجاذبية والطقس وحركة الرياح، حيث تؤثر هذه العوامل في كل من تحديد سرعة الصاروخ، وزاوية الإطلاق، وتغيير اتجاهه خلال مسيرته للوصول إلى المدار المطلوب.

تدرج هذه المعلومات ضمن معادلات رياضية وتحليلية في ذاكرة الحاسوب قبل الإطلاق، ويجب تفعيلها منذ لحظة الإطلاق الأولى. ولذا يلزم لتطبيق هذه الطريقة جهاز توقيت دقيق؛ إضافة إلى أجهزة ومجسات أخرى لإعطاء أوامر تحكم خلال فترات زمنية معينة لغرض توجيه الصاروخ. ومن سلبيات هذه الطريقة أنه من الصعب تلافي بعض التغيرات الطارئة التي لم تدرج ضمن المعطيات المحددة سلفاً.

ـ **التوجيه اللاسلكي**، ويعتمد على الرادارات وأجهزة اتصال المحطة الأرضية، ويتم من خلال استمرار إرسال أوامر للصاروخ خلال رحلة الإطلاق إلى أن يتم انفصال آخر قمر اصطناعي محمول عليه.

يتم في هذه الطريقة حساب الاختلاف بين وضع الصاروخ الحقيقي والمسار المراد اتباعه، ومن ثم إعطاء أوامر لتعديل هذا المسار. وعلى الرغم من أن هذه الطريقة توفر الاتصال اللاسلكي مع المحطة الأرضية، إلا أنها لا تعتبر توجيهاً دقيقاً نظراً لسرعة الصاروخ العالية.

● المكوك الفضائي الأمريكي أتلانتس أثناء مرحلة الهبوط.

ـ **التوجيه الميكانيكي الدقيق**: ويتم باستخدام أجهزة دقيقة لتحديد موقع الصاروخ خلال رحلة الإطلاق كاملة، حيث يعمل جهاز مثل الجايرو سكوب على تحديد وضع الصاروخ ومنها سرعاته الزاوية، وكذلك جهاز قياس التسارع وتكاملاته (سرعة ومسافة). يتم مقارنة معلومات المجسات مع الحالة المرغوب فيها والمخزنة في حاسب الصاروخ وذلك لمحاولة إبقاء الصاروخ في مساره المطلوب.

* **نظام التحكم:** وتعد مرحلة التنفيذ الفعلي للصاروخ الذي ينتج عنه تغيير سرعته واتجاهه بناءً على أسلوب تحكم متقن. ومن الطرق المساعدة على تغيير مسار الصاروخ وجود ما يلي:ـ

١ـ الأطراف الهوائية (airfoils): وهي تسعى بحركتها إلى تغيير اتجاه الصاروخ خلال طيرانه ضمن مجال الغلاف الجوي.

٢ـ الزعانف النفاثة (Jetfans): ويتم من خلالها تغيير مسار الدفع النفاث قبل خروجه من محرك الصاروخ.

٣ـ محركات إضافية مساندة (Auxilary engines): وهي محركات صغيرة تساعد في تغيير اتجاه الصاروخ وفي عملية التحكم فيه.

٤ـ نفاثات الغاز (Gas jet): وهي نظم صغيرة لضخ الغاز توضع على سطح الصاروخ الخارجي لتوليد قوة دفع جانبية ومن ثم تكوين عزم لتغيير زاوية اتجاه الصاروخ.

٥ـ أنظمة الدفع المتأرجحة (Oscillatory Propulsion Systems): ويتم من خلالها تغيير مسار الدفع النفاث برمته حيث يتم تدوير المحرك بأكمله حول نقطة ارتكاز.

٦ـ أنظمة الدفع الثانوية (Auxilary): وتقوم بضخ غاز أو سائل داخل الجزء الأخير من مجرى النفاث الرئيسي لتغيير مسار الغاز المندفع من النفاث بزاوية معينة، مما يغير في اتجاه الصاروخ نتيجة لذلك.

مكان الإطلاق

يعد مكان الإطلاق ومدى ملاءمته لظروف الإطلاق من الأمور المهمة والمؤثرة على تصميم الصاروخ، ومساره، وتحديد كميات الوقود الصلبة أو السائلة اللازمة لوصوله إلى المدار المطلوب. فمثلا: تعد الاستفادة من سرعة دوران الأرض وأوقات الإطلاق والظروف المناخية المحيطة بالصاروخ من العناصر المهمة في التصميم، حيث أن المكان المناسب يتيح توجيه الصاروخ شرقاً للاستفادة من سرعة دوران الأرض وإعطاء دفعة مجانية للصاروخ، وبالتالي التقليل من حرق الوقود.

يعتمد مقدارالدفعة الإضافية اعتماداً أساسياً على مكان الإطلاق، حيث تكون أكبر استفادة من سرعة دوران الأرض عند خط الاستواء، نظراً لطول المحيط، وبالتالي سرعة الأرض. فمثلاً: يعطي الاختلاف بين سرعة دوران الأرض من مركز الإطلاق الأمريكي (كنيدي) الواقع شمال خط الاستواء فرق سرعة تقل بمقدار ٢٣٠كيلومتر في الساعة عنه عند خط الاستواء. ورغم الفرق البسيط (في ظاهره) بين هذه السرعة وسرعة الصاروخ التي تقدر بآلاف الكيلومترات في الساعة، إلا أن ذلك له تأثير واضح في التقليل من كمية الوقود المستخدم، وحيث إن الأوزان الثقيلة تحتاج إلى حرق كمية وقود كبيرة للتسارع كي تصل السرعة إلى ٢٣٠كيلومتر في الساعة. ومن هنا تأتي أهمية الإطلاق من أماكن قريبة من خط الاستواء.

تجدر الإشارة إلى أن البعد السياسي والاستراتيجي قد يكون ـ أحياناً ـ الفيصل في تحديد مكان الإطلاق، فيجب على بلد الإطلاق مثلاً أخذ الموافقة المسبقة من دول الجوار



● الصاروخ ساترون ـ ف الأمريكي بمرحلتيه الأولى والثانية.

لأسباب أمنية وبيئية كثيرة. فقد يسقط الصاروخ أو أجزاء منه على تلك البلدان في حال فشل عملية الإطلاق أو بعد انتهاء دور بعض الأجزاء خلال عملية الإطلاق، لذلك نالت منصات الإطلاق المتنقلة (Mobile Launch Platform) ـ خاصة البحرية منها ـ أهمية كبرى فيما يتعلق بمحاولات تقليل كميات الوقود المستخدم وتجنب العديد من إشكاليات البعد السياسي والاستراتيجي.

مراحل احتراق الوقود

تختلف الصواريخ عن بعضها باختلاف عدد مراحل احتراق الوقود، فمثلاً يتم في صاروخ المرحلة الواحدة (Single stage rockets) حرق الوقود في خزان مستقل، وبعد نفاذ الوقود يتم التخلص من هذا الخزان. أما في الصواريخ متعددة المراحل (Multi stage rockets)، فهي تعد أعلى كفاءة من الصواريخ ذات المرحلة الواحدة من حيث الحصول على السرعات المطلوبة، وأسلوب التحكم فيها، حيث يوجد لها أكثر من خزان لاحتراق الوقود، وبالتالي يتم تفعيل المرحلة التالية بعد التخلص من خزان المرحلة التي قبلها، وهكذا.

منصة الصاروخ

تثبت الأقمار الإصطناعية على منصة الصاروخ (Rocket Platform) التي تقع في جزئه العلوي، وهي عبارة عن قرص دائري يستخدم كوصلة بين الصاروخ والأقمار المحمولة بداخل بوتقته العليا (Space Head Module)، حيث يتم تثبيت الأقمار عليها بناء على دراسات فنية وهندسية حسب توزيع الأحمال؛ كي لايؤثر ذلك سلباً على خط سير الصاروخ بعد الإطلاق. إضافة إلى ذلك فإنه يؤخذ بالاعتبار سلامة القمر عند تعرضه لظروف الإطلاق أو الانفصال. يتم دراسة نظام تثبيت وانفصال كل الأقمار ووضع التسلسل المناسب لأولوية انفصالها عند وصول الصاروخ إلى المدار المطلوب، حيث إن أي خلل في تثبيت أحد الأقمار قد ينتج عنه فشل الإطلاق برمته.

تجرى الاختبارات الأرضية لكل الأقمار الاصطناعية المراد إطلاقها ليتم التأكد من قدرة تحملها لظروف الإطلاق وسلامة نظم الانفصال. وتجرى هذه الاختبارات بواسطة الجهة المصنعة لمنصة الصواريخ، وهي كما يلي:-

● اختبارات التثبيت الميكانيكي

تأتي اختبارات التثبيت الميكانيكي (Fit-Check Test) في مقدمة الاختبارات، وتهدف إلى التأكد من مطابقتها للمواصفات الهندسية المنصوص عليها، وضمان سلامة التثبيت، وعدم وجود أي تعارض بينها وبين المجسمات الممثلة للأقمار التي لها نفس الصفات الفيزيائية للأقمار الفعلية الرئيسية من حيث سلامة التثبيت والأبعاد والأحجام المذكورة في المواصفات.

يعتمد نظام التثبيت على الجزء الرابط بين



● طريقة التثبيت للقمر السعودي.

الجزء السفلي من القمر ومنصة الصاروخ، لذلك يصمم هذا الجزء بحيث يكون قادراً على حمل القمر وموافقاً لمواصفات منصة الصاروخ ونظام الانفصال المصمم.

وعند التثبيت النهائي استعداداً لعملية الإطلاق، فإنه لا يسمح بتشغيل الأقمار المحمولة أو الاتصال بها وهي بداخل الصاروخ لكي لاتتأثر أنظمة الصاروخ، كما تؤمن وسائل مناسبة لشحن بطاريات الأقمار أثناء بقائها داخل الصاروخ وحتى مرحلة الإطلاق.

● اختبارات الاهتزازات

يتم اختبار الاهتزازات (Vibration Test) المشابهة لظروف الإطلاق بعد الفحص الفيزيائي الدقيق لنظم التثبيت، حيث تؤخذ القراءات من كل الأقمار للتأكد من عدم وجود أي خلل في نظام التثبيت أو أي تصادم بين أجزائها وخاصة المرنة منها كالهوائيات أو صفائح الخلايا الشمسية المنطوية، كما يلزم التأكد من عدم تأثير الأقمار المحمولة نتيجة اهتزازها على سلامة هيكل الصاروخ بواسطة الجهة المصنعة للمنصة.

● اختبارات الانفصال

تجرى اختبارات الانفصال (Separation Tests) للأقمار بعد اختبار الاهتزازات، وذلك للتأكد من طبيعة عمل نظام الانفصال، وموافقته للتصاميم الهندسية المنصوص عليها، فقد يؤدي انفصال القمر إلى اصطدامه



● مراحل اختبار التثبيت للأقمار المشاركة متضمنة بعض الأقمار السعودية.

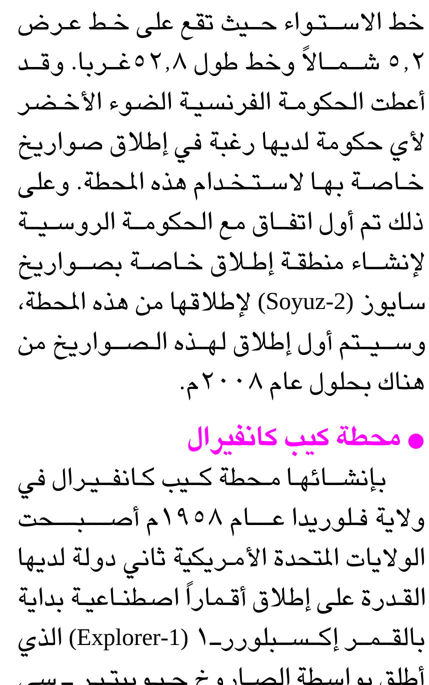
بالأقمار المجاورة؛ إذا لم يتم التقييد بالخواص الفيزيائية للقمر، مثل: مركز الثقل وعزوم القصور الذاتي، وسرعات الدوران المنصوص عليها. كذلك يجب الأخذ في الإعتبار اختلاف نظم الانفصال من قمر إلى آخر، ومن ذلك الخواص الكهروميكانيكية التي عادة ما تكون للأقمار صغيرة الحجم، بحيث تعطي إشارة كهربائية من نظام التحكم للصاروخ لتحريك نظام التثبيت الميكانيكي، ومنها ما يحتوي على نظام دفع بالوقود الصلب أو السائل، وهذا ما يستخدم عادة للأقمار كبيرة الحجم.

مواقع إطلاق الأقمار الاصطناعية

تتعدد أماكن إطلاق الأقمار الاصطناعية على مستوى العالم، والتي في غالبيتها مطورة من محطات إطلاق صواريخ حربية. ويتصدر الإتحاد السوفيتي الأسبق والولايات المتحدة الأمريكية الدول المالكة لمنظومات إطلاق الصواريخ، وذلك للتقدم التقني لهما إبان الحرب الباردة. وتضم قائمة الدول المالكة لتقنيات الإطلاق أوربا، والصين، واليابان، والهند، وإسرائيل، والبرازيل، وكوريا الشمالية. ومن أشهر محطات إطلاق الصواريخ ما يلي:-

● محطة كورو، غوايانا الفرنسية

تتبع هذه المحطة وكالة الفضاء الفرنسية (Centre National d'Etudes Spatiales- CNES)، وهي إحدى محطات وكالة الفضاء الأوربية



(European Space Agency, ESA) التي أنشئت عام ١٩٧٤م، حيث تعد سابع الوكالات الفضائية المتخصصة في إطلاق الأقمار الاصطناعية، وقد تم إطلاق أول قمر باسم كات (CAT) بواسطة صاروخ أريان. وتسعى الوكالة إلى إطلاق الصواريخ الحاملة للأقمار من هذه المحطة، حيث تعد هذه المحطة من أفضل الأماكن لإطلاق أقمار المدار الثابت وذلك لقربها من خط الاستواء حيث تقع على خط عرض ٥,٢ شمالاً وخط طول ٥٢,٨ غربا. وقد أعطت الحكومة الفرنسية الضوء الأخضر لأي حكومة لديها رغبة في إطلاق صواريخ خاصة بها لاستخدام هذه المحطة. وعلى ذلك تم أول اتفاق مع الحكومة الروسية لإنشاء منطقة إطلاق خاصة بصواريخ سايوز (Soyuz-2) لإطلاقها من هذه المحطة، وسيتم أول إطلاق لهذه الصواريخ من هناك بحلول عام ٢٠٠٨م.

● محطة كيب كانفيرال

بإنشائها محطة كيب كانفيرال في ولاية فلوريدا عام ١٩٥٨م أصبحت الولايات المتحدة الأمريكية ثاني دولة لديها القدرة على إطلاق أقماراً اصطناعية بداية بالقمر إكسبلورر-١ (Explorer-1) الذي أطلق بواسطة الصاروخ جيوبيتير - سي (Jupiter-C). وقد تزايدت نشاطات هذه المحطة إلى أن أصبحت تمتلك منظومة إطلاق صواريخ التيتان وأطلس ودلتا (Titan, Atlas, Delta) حتى تجاوزت



● مراحل التجهيز لإطلاق صاروخ إريان ٥ من محطة كورو الفرنسية.

الخمسمائة إطلاق للفضاء بمعدل ٢٥ إلى ٣٠ إطلاقاً سنوياً. تقع هذه المحطة على خط عرض ٢٨,٥ شمالا وخط طول ٨١ غربا، وقد كانت خاصة بإطلاق الصواريخ البالستية (Ballistic missiles) خلال فترة الحرب الباردة.

● مركز كنيدي الفضائي

يقع هذا المركز بولاية فلوريدا بالقرب من كيب كانفيرال، ويطلق عليه بوابة الولايات المتحدة الأمريكية إلى الكون. يتم استخدام المركز من قبل وكالة ناسا الأمريكية لإطلاق وهبوط المركبات الفضائية. وقد تم إنشاؤه ليخدم منظومة أبولو (Apollo) خلال الستينات من القرن المنصرم. وبعد آخر إطلاق لأبولو في عام ١٩٧٢م طورت منظومة الإطلاق لتخدم اتحاد أبولو - سيوز (Apollo-Soyus) الروسي الصنع.

● بيكانور - كزمتروم كازاخستان

أصبح الاتحاد السوفييتي الأسبق عام ١٩٥٧م، الدولة الأولى في إطلاق قمر صناعي، والذي سمي سبوتنك-١. بدأت هذه المحطة بإطلاق الصواريخ الحربية منذ من عام ١٩٥٠م، وقد كان الإطلاق الفعلي من منطقة تايراتام الواقعة على مسافة ٤٠٠ كيلومتراً من بيكانور والتي تقع على خط عرض ٤٥,٦ شمالا وخط طول ٦٣,٤ شرقاً، ولكن لم يتم الإفصاح عن موقعها الفعلي إلا في عام ١٩٩٢م، لذلك استمرت التسمية بمحطة بيكانور. تعد هذه المحطة إحدى أكبر محطات الإطلاق



● أشهر أماكن الإطلاق العالمية.

الروسـيـة، حـيث تحـتـوي على تسع منظومـات إطلاق منهـا صـواريخ: زينت، وأنيرجيا، وتسايكلون وبروتون إضـافـةً إلى خمس عشرة منصة. يعزى لهذه المحطة ـ ومازال ـ الفضل في إطلاق أولى رحلات المركبة الفضائية الروسية، وقد تم إطلاق جميع الأقمار السعودية الستة الأول من هذه المحطة.

● بلستسك ـ كزمتروم

أنشئت مـحطة الإطلاق بلسـتسك ـ كزمتروم عـام ١٩٧٥م لإطلاق صـواريخ مـثل R7 القديمة. كانت هذه المحطة الفاعلة مع بدايات الصـواريخ البالسـتـية، والتي دخلت الخدمة في عام ١٩٦٠م. تقع محطة الإطلاق بلسـتـسك على خط عـرض ٦٢,٨شـمـالا وخط طول ٤٠,١شـرقـا، وتسـمـح هذه المحطة بإطلاق أقـمـار التـجسس ذات المدارعـالي البيـضـاوية (Highly Elliptical Orbit).

● مركز جيكوان للفضاء ـ الصين

أصبحت الصين عام ١٩٧٠م خامس الدول المطلقة للأقمار الاصطناعية، وكان أولهـا القـمـر مـاوـ١ الذي أطلق بـواسطة الصـاروخ مـارس ـ١ (March-1). وقد بني هذا المركز في عـام ١٩٦٠م في جـيكوان على مسافة ١٨٠٠كيلومتر غرب بكين. يقع هذا المركز على خط عرض ٤٠,٦ شـمـالا وخط طول ٩٩,٩شرقا، وله إطلاق محدود نظراً لقربه من أجواء روسيا ومنغوليا، مما حـدد القـدرة على الإطلاق لمدارات مـعـينة نتيجة لـلاعتبارات السياسية. تميز هذا المركز أيضاً بإطلاق أول مركبة فضائية ـ شنزوـ٥ (Shenzhou-5) ـ في عام ٢٠٠٣م برائد الفـضـاء **ينج لوي** مما جـعل الصين تصبح ثالث دولة على مستوى العالم في إرسال إنسان إلى الفضاء.

فشـــل الإطـــلاق

يعد فشل إطلاق الصواريخ من الأمور المتوقع حدوثها عند بداية العد التنازلي لأي عملية إطلاق. ويأتي الفشل ـ كنتيجة مجملة ـ عند تعذر وصـول الأقـمـار إلى مـداراتهـا الصحيحة بغض النظر عن الأسباب. فرغم تكلفة الإطلاق ـ تتراوح ما بين ١٥مليون دولاراً أمريكياً للصواريخ التقليدية، والمليار دولار لمركبات الفضاء ـ وما تحتوية تلك الصورايخ من أقمار تتراوح تكلفتها ما بين المليون دولار للأقمار التقليدية إلى المليار دولار أقمار التجسس، إلا أن ذلك لم يمنع من اسـتـمـرار عمليات الإطلاق، فـهي في صعود مستمر، ولذلك يسعى المهتمون في هذا الجانب إلى التقليل من نسب الفشل، وذلك بدراسة الأخطاء المصاحبة للإطلاق بشكل مستفيض والاستفادة منها ومحاولة تلافيها. بلغ عدد حالات الفشل في اطلاق الأقمار الإصطناعية ٤٥٥ قمراً اصطناعياً من عـدد ٤٣٧٨ عـمليـة إطلاق منذ عـام ١٩٥٧م. تتصدر الولايات المتحدة الأمريكية تلك الدول في عدد العمليات الفاشلة، والتي تصل إلى ١٥٤عملية إطلاق تحتوي على ما يقارب ٢٠٥قمراً إصطناعياً، حيث كان عدد حوادث الفشل خلال العشر سنوات الأولى منذ عـام ١٩٥٧م مـا يقـارب ١٠١عـمليـة فاشلة، جدول (١).

أمـا عن أسـبـاب فـشل الإطلاق فـهي مـتعددة المصادر، يعد الخطأ البشري على مـختلف أنماطه ومراحله من أهم العناصر الأساسية لفشل الإطلاق، فالخطأ في مرحلة التصميم أو التنفيذ أو إدارة مهمة الإطلاق هي أمـور يأخـذ الدور البـشـري النصـيب الأكبر فيها. ليس هذا فحسب، فـعدم كفاءة

الدولة	نجاح الإطلاق	فشل الإطلاق
أمريكا	١١٥٢	١٥٤
الاتحاد السوفيتي	٢٥٠٠	١٦١
أوربا	١١٧	١٢
الصين	٥٦	١١
اليابان	٦٢	٩
الهند	٧	٦
إسرائيل	٣	١
البرازيل	٠	٢
كوريا ش	٠	١
فرنسا	١٠	٢
بريطانيا	١	١
استراليا	١	٠

● جدول (١) فشل ونجاح إطلاق الصواريخ في بعض دول العالم.

أو نقاء المواد المستخدمة على أساس ما صمم له قد يؤدي بدوره إلى فشل الإطلاق.

يبلغ عـدد عـمليـات الإطلاق الفـاشلة نتيجة التسربات التي تحدث في خزانات الوقـود ٣٩٠ عملية، ويعد عدم كفاءة نقاط اللحـام من الأسـبـاب الجـوهـرية لهـذه التسربات، وبالتالي فشل الإطلاق، كذلك فـإن فشل انفصال بعض الأقمار قد يؤدي إلى إفشال المهمة برمتها. ومن الأسباب المؤدية إلى انفجار الصاروخ بأكمله ما قد يحصل من تفاعل الوقود غير المتزن، كما حـدث في إحـدى المحـاولات الأوربيـة والصينية. ويوضح الجدول (٢) إحصائية بأسباب فشل الإطلاق خلال الفترة من ١٩٨٠–١٩٩٩م في عدد من الدول.

الدولة	نظام الدفع	النظام الالكتروني	إنفصال	كهرباء	هيكل	أسباب اخرى	غير معروف	المجموع
أمريكا	١٥	٤	٨	١	١	١		٣٠
روسيا	٣٣	٣	٢			١	١٩	٥٨
أوربا	٧	١						٨
الصين	٣	١			٢			٦
اليابان	٢	١						٣
الهند	١	١	١	١		١		٥
إسرائيل	١							١
البرازيل	٢							٢
كوريا ش							١	١
المجموع	٦٤	١١	١١	٢	٣	٣	٢٠	١١٤
النسبة	٪٥٦	٪٩,٦	٪٩,٦	٪١,٨	٪٢,٦	٪٢,٦	٪١٧,٥	٪١٠٠

● جدول (٢) إحصائيات أسباب فشل إطلاق الصواريخ خلال الفترة (١٩٨٠ إلى ١٩٩٩م) في بعض دول العالم.

عالم في سطور

د. حمـــــزة

- **الاسم:** أحمد أمين حمزة
- **الجنسية:** مصري
- **تاريخ الميلاد:** ١٩٤١/٣/٨م
- **التعليم**

–١٩٦١م بكالوريوس العلوم (فيزياء وكيمياء) جامعة عين شمس بتقدير عام جيد جداً مع مرتبة الشرف.

–١٩٦٤م دبلوم القياسات الضوئية من جامعة عين شمس.

–١٩٦٧م ماجستير في العلوم (فيزياء) من جامعة عين شمس.

–١٩٧٢م دكتوراه الفلسفة في العلوم (فيزياء) من جامعة عين شمس.

- **الأعمال**

ـ ١٩٧٢– ١٩٧٦م مدرس بقسم الفيزياء بكلية العلوم – جامعة المنصورة .

ـ ١٩٧٦–١٩٨١م أستاذ مساعد بقسم الفيزياء بكلية العلوم – جامعة المنصورة .

ـ ١٩٨١–٢٠٠١م أستاذ الفيزياء التجريبية بكلية العلوم – جامعة المنصورة.

ـ ١٩٨٤–١٩٨٦م رئيس قسم الفيزياء بكلية العلوم – جامعة المنصورة.

ـ ١٩٨٦–١٩٩٢م وكيل كلية العلوم – جامعة المنصورة – للدراسات العليا والبحوث.

ـ ١٩٩٢–١٩٩٤م نائب رئيس جامعة المنصورة لشئون خدمة المجتمع وتنمية البيئة.

ـ ١٩٩٤–٢٠٠١م رئيس جامعة المنصورة.

ـ ٢٠٠١م حتى الآن أستاذ الفيزياء المتفرغ ـ كلية العلوم ـ جامعة المنصورة. ـ مستشار علمي لأكاديمية طبية

- **الجوائز والأوسمة**

ـ ١٩٨٧م جائزة الدولة التشجيعية في العلوم الفيزيائية.

ـ١٩٩٢م جائزة جامعة المنصورة التقديرية في العلوم الأساسية.

ـ ١٩٩٥م نوط الامتياز من الطبقة الأولى من السيد رئيس جمهورية مصر العربية.

ـ ١٩٩٥م شهادة تقدير الرواد العلميين من أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا ونقابة المهن العلمية.

ـ ١٩٩٧م جائزة الدولة التقديرية فى العلوم الأساسية.

ـ ٢٠٠٠م الدكتوراه الفخرية من الجامعة التكنولوجية بليبريس ـ جمهورية التشيك.

ـ ٢٠٠١م الدكتوراه الفخرية من جامعة الطب الثاني بطشقند ـ جمهورية أوزبكستان لدوره فى توطيد العلاقات فى المجالات الطبية بين جامعة المنصورة والجامعات الأوزبيكية.

تم اختياره في الموسوعة الدولية لسير الأشخاص (Who's Who) ثلاث مرات للأعوام (١٩٨٥ ، ١٩٩٣، ١٩٩٦م).

- **عضوية اللجان**

ـ ١٩٧٧– ١٩٨٢م عضو المعهد البريطاني للفيزياء.

ـ ١٩٧٧م زمالة الجمعية الملكية للمجهر بأوكسفورد – إنجلترا.

ـ ١٩٨٩م عضو الجمعية الدولية للبصريات ـ واشنطن.

ـ ١٩٩٥م عضو أكاديمية نيويورك للعلوم.

ـ ١٩٩٥– ٢٠٠١م عضو أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا ثم رئيساً لها.

ـ ٢٠٠١م نائب رئيس لجنة قطاع العلوم الأساسية التابع للمجلس الأعلى للجامعات، ثم رئيساً للجنة منذ مارس سنة ٢٠٠٤ وحتى الآن.

- **الإنجازات الإدارية والعلمية**

أنجز الكثير من المشروعات الكبرى في جامعة المنصورة في المجالات العلمية والتكنولوجية والطبية أثناء شغله لمنصب نائب رئيس الجامعة لشئون خدمة المجتمع وتنمية البيئة، وأثناء رئاسته لها.

له نشاط علمي تمثل في تأليف كتاب تحت عنوان "التداخل الضوئي والألياف" مشاركة مع الاستاذ الدكتور/ نايل بركات محمد، والذي أسهم إسهاماً كبيراً في المجالات التكنولوجية المتقدمة، ويعد المرجع الأساسي في القياسات الضوئية باستخدام طرق التداخل الضوئي وتطبيقها على الألياف. ترجم المؤلفان هذا الكتاب إلى اللغة العربية وصدر عن دار النشر للجامعات المصرية سنة ١٩٩٢م.

كما نشر ١٢٤ بحثاً في المجلات العلمية المتخصصة العالمية والمحلية تتعلق في مجالات تطبيقات التداخل الضوئي على الألياف النسيجية والألياف البصرية وقياس الألوان وفيزياء البوليمرات.

المصدر:

http://www.arabscientist.org/



المحطات الأرضية

م.بندر بن خـالـد القـاسم
م. عــبـدالله العـنقـري

تتألف منظومة الأقمار الاصطناعية من عدة أجزاء تتكامل بعضها ببعض لتؤدي الغرض المطلوب منها فيما يسمى بمهمة القمر. تختلف مهمات الأقمار الاصطناعية تبعاً لحاجات الإنسان، ومنها ما هو للتصوير ومنها ما هو للاتصال إلى غير ذلك من الاستخدامات.

تحتاج هذه المنظومة بأجزائها المتعددة إلى تحكم و توجيه، ومتابعة إضافة إلى العناية بالقمر وصيانة مداره، والاستفادة من مهمته، ومن هنا نشأت أهمية المحطات الأرضية في كونها المتحكم الرئيسي في القمر الاصطناعي من لحظة انطلاقه، ومروراً باستقراره في المدار، وحتى انتهاء عمره الافتراضي أو سقوطه، كما أنها الرابط للمستفيدين من مهمة القمر.

تعتبر المحطات الأرضية من الأجزاء الرئيسية لنظام القمر الاصطناعي، فالقمر الاصطناعي لم يطلق ـ في الأساس ـ إلا لخدمة تكون على الأرض، بمعنى مبسط لابد من مخاطب أرضي للقمر. ونظراً لأن حجم ووزن القمر الاصطناعي يكون ـ في العادة ـ محدوداً لذلك لا يوضع فيه إلا الأجزاء المهمة جداً والقادرة على التكيف مع بيئة الفضاء الخارجي وباقي الأجزاء تكون على الأرض، أي في المحطة الأرضية.

أنواع المحطات الأرضية

تنقسم المحطات الأرضية حسب مهمتها إلى نوعين هما:

● محطات التحكم

يوجد لكل قمر محطة تحكم تقوم بمهام توجيهه خلال الإطلاق، والتحكم في المدار، وتشغيل أجهزته، وتنسيق المهام المستقبلية. كما يوجد لبعض الأقمار محطة تحكم رئيسة تكون عادة كبيرة الحجم، ومحطات فرعية تقوم بوظائف مساندة للمحطة الرئيسية. ومن الأمثلة على ذلك محطة التحكم الرئيسية في أقمار عربسات الموجودة في ديراب جنوب مدينة الرياض، والتي لها محطات فرعية في تونس.

● محطات الخدمات

يتفاوت حجم محطات الخدمات وتعقيدها تبعاً لطبيعة عملها، حيث تقوم هذه المحطات بأداء تطبيقات مختلفة مثل المكالمات الهاتفية أو الصور الفضائية. ومن الجدير بالذكر أن محطة خدمات واحدة يمكنها خدمة عدة أقمار في الوقت نفسه، فمثلاً تقوم محطة استقبال الصور الفضائية في **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** باستقبال الصور من عدة أقمار استشعار عن بعد.

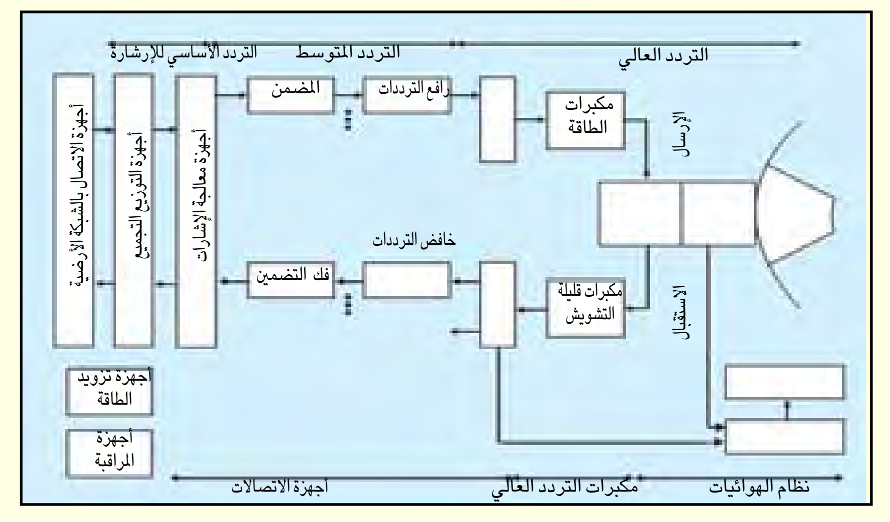
مكونات المحطة الأرضية

تتطلب عملية متابعة القمر الاصطناعي والتحكم به وجود نظام اتصالات متكامل للإرسال والاستقبال، إضافة إلى لغة اتصال لا يفهمها إلا القمر ومرسل الأوامر، كما يتطلب وجود برامج تحليلية تستطيع تحويل لغة القمر المرمزة إلى معلومات يمكن الاستفادة منها على المستويين التوجيهي والتطبيقي. ويعني ذلك أن هناك معلومات يمكن الاستفادة منها في توجيه القمر ووصف حالته، كما يتم الحصول على المعلومات التي يستفاد منها في التطبيقات التي من أجلها تم إطلاقه، مثل التصوير أو الاتصال.

تقسم المحطات الأرضية إلى عدة أنظمة جزئية تعتمد على تركيبة المحطة الهندسية، حيث تتكامل هذه الأنظمة بعضها ببعض للعناية بالإشارة الضعيفة المستقبلة من القمر وتحويلها تدريجياً إلى معلومات يمكن الاستفادة منها. تشمل هذه الأنظمة، شكل(١)، ما يلي:

● نظام الهوائيات

تعد الهوائيات في نظم الاتصالات اللاسلكية ـ خصوصاً في مجال الأقمار الاصطناعية ـ من أهم العناصر وأكثرها تأثيراً على الإشارة، لأنها الأطراف الأخيرة لنظام الإرسال التي تنتشر بعدها الموجات الحاملة للإشارات (المعلومات) في الفضاء، ومن ثم يتم استقبالها في الجهة الأخرى عن



● شكل (١) مكونات المحطة الأرضية

طريق هوائي كطرف أول في نظام الاستقبال. يعد هذا التأثير على الإشارة تأثيراً إيجابياً، حيث يضيف الهوائي إلى الموجة كسباً (Gain) لكي تتغلب على الفقد الناتج من انتشارها في الفضاء في حالة الإرسال، وفي المقابل يضيف الهوائي كسباً (Gain) للموجة الضعيفة المستقبلة.

يتكون الهوائي المستخدم في المحطات الأرضية للأقمار الاصطناعية من طبق(Dish) إرسال واستقبال يسمى هوائي القطع المكافئ (Parabolic antenna)، وهو عبارة عن طبق يقوم بعكس الموجات وتجميعها في نقطة مركزية (Focal Point)، يوجد فيها هوائي آخر (Horn Antenna) يقوم باستقبال الموجات المجمعة، ثم نقلها عن طريق الأسلاك داخل نظام الاستقبال، وعندها تنتهي مهمة الهوائي. مع العلم أن هناك علاقة وثيقة بين تردد الاتصال والكسب للهوائي(Gain) وقطر الهوائي.

من الأمثلة على نظم الهوائيات الهوائي الموجود في **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية**، شكل (٢).

الجدير بالذكر أنه يجب أن تتوفر في الهوائي الشروط التالية:

١- أن يكون ذو كسب عالي (High Gain) ، علماً بأن الكسب في هوائي طبق الإرسال والاستقبال له علاقة طردية مع مربع قطر الطبق، وأيضا علاقة عكسية مع مربع الطول الموجي للموجة.

٢- أن يكون له نطاق قليل من تداخل الإشارة (Interference) في الإرسال وحساسية كبيرة للتداخل عند الاستقبال، لأن الموجة المستقبلة تكون عادة أضعف.

٣- أن يكون استقطابه نقي جداً.

٤- في حالة الاستقبال لابد أن يكون قليل التأثر بالتشويش الحراري المنبعث من الأرض أو من الفقد (Loss) الناتج من عمليات الاستقبال.

● مكبرات الاستقبال

تهدف مكبرات الاستقبال - مكبرات تقليل التشويش (Low Noise Amplifiers-LNA) - إلى تقوية الإشارة الصادرة من القمر الاصطناعي، حيث تقطع تلك الإشارات مسافات طويلة، فتصل إلى المحطة الأرضية ضعيفة جدا، فيستقبلها هوائي المحطة الأرضية. وعلى الرغم من أنه يضيف إليها كسباً إلا أنها - مع ذلك - تبقى ضعيفة، مما يحتم وجود مرحلة تعتني بالإشارة، هي عبارة عن مكبرات الاستقبال أو مكبرات قليلة التشويش، ويجب أن تكون هذه المكبرات قريبة جداً من الهوائي حتى يتسنى الحد من تأثير الأسلاك الموصلة بين المكبرات والهوائي التي تضعف الإشارة.



● شكل (٢) هوائي استقبال (Dish) موجود في مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ويشترط في مكبرات الاستقبال المستخدمة أن تكون قليلة التشويش نظراً لأنه يتعامل مع إشارات ضعيفة جداً. ينتشر التشويش في المكبرات بسبب تأثر الدوائر الإلكترونية الموجودة في أجزائها الداخلية بدرجة الحرارة حتى وإن كانت معزولة خارجياً. وعلى الرغم من أن هذا التشويش ضئيل جداً إلا أنه يؤثر على الإشارة المستقبلة، والتي هي في الأساس ضعيفة جداً. عليه: يجب أن تكون المكبرات قليلة التشويش قليلة التأثر بدرجة الحرارة لكي لا يكون تشويشها عالياً.

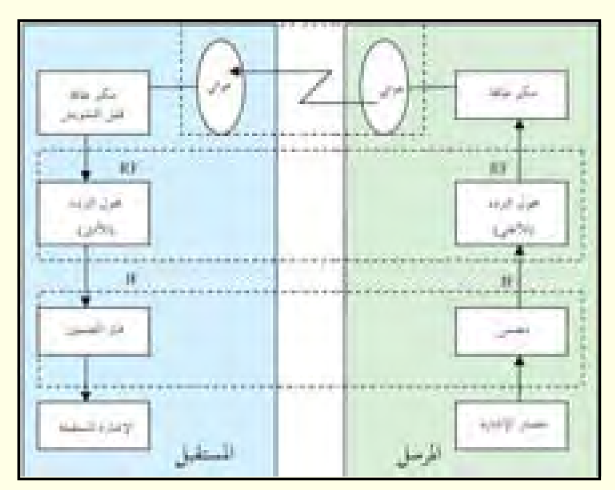
● مكبرات الطاقة

توضع مكبرات الطاقة (Power Amplifiers) لتلافي الفقد المتوقع من مرور الموجة الحاملة للمعلومات في الفضاء. يطلق على هذه المكبرات اسم مكبرات الإرسال لأنها ملحقة دائماً بجزء الإرسال. تبلغ طاقة محطات الإرسال - في العادة - واحد واط لكل قناة اتصالات وواحد كيلو واط لكل قناة تلفزيونية.

● أجهزة الاتصالات

تتطلب أجهزة الاتصالات (Telecommunication Equipment) التي تتكون من مرسل ومستقبل وضع ضوابط لهذا الاتصال، وهي ما تسمى في عالم الاتصالات (Protocol) ، أي أنه لكل طبقة من طبقات الإرسال لابد لها من طبقة معاكسة وظيفيا في طبقات الاستقبال، شكل (٣)، وتتكون أجهزة الاتصالات من الآتي:

*** أجهزة محولات التردد** (Frequency Converter)**:** وتوجد في أجهزة الإرسال والاستقبال، ولكنها تقوم بوظيفة عكسية، ففي حالة الإرسال تقوم هذه الأجهزة برفع التردد من التردد الأوسط (Intermediate Frequency-IF) والذي يكون في العادة حسب تصميم النظام على سبيل المثال (٧٠ ميجاهيرتز ، ١٤٠، ميجا هيرتز ، ١ جيجا هيرتز) إلى تردد الراديو (Radio Frequency-RF) والمقسم



● شكل (٣) دورة الإشارة خلال نظامي الإرسال والاستقبال

إلى نطاقات (Bands) كما في الجدول (١). أما في حالة الاستقبال فيتم عكس العملية بخفض التردد من تردد الراديو (RF) إلى التردد الأوسط (IF).

*** أجهزة التضمين** (Modulation Equipments): وهي أجهزة تقوم بعملية التضمين والتي هي عبارة عن حمل المعلومات أو موجة نطاق الأساس (Baseband Signal) ذات التردد المنخفض ـ مثل الصوت في المكالمات الهاتفية ـ على موجة أخرى تسمى الحامل (Carrier) لها تردد يفوق بكثير تردد موجة نطاق الأساس أو موجة المعلومات. وهناك أنواع كثيرة من التضمين تعتمد على نوع الإرسال سواء كان تماثلي أو رقمي، حيث يتم استخدام تضمين التردد (Frequency Modulation-FM) ـ وهو الأكثر استخداما في الاتصال بين القمر الاصطناعي و محطة الاستقبال ـ في حالة نظام الاتصال التماثلي. أما إذا كان نظام الاتصال رقمي فيتم استخدام تضمين تعديل إزاحة الطور (Phase-Shift keying) وهو الأكثر استخداما في الاتصال بين القمر الاصطناعي ومحطة الاستقبال.

*** أجهزة معالجة الإشارة**، وتختلف من تطبيق إلى آخر وفقاً لمهمة القمر، فلو كانت وظيفة القمر الاصطناعي التصوير؛ فإن أجهزة معالجة الإشارة تكون مخصصة للصور وكيفية تنقيتها، واستخلاص صورة نقية مفهومة المعالم. أما إذا كانت وظيفة القمر للاتصالات فتتركز مهمة أجهزة معالجة الإشارة في كيفية الوصول إلى صوت واضح مفهوم.

● أجهزة الاتصال المتعدد

يقصد بالتعدد (Multiplexing) في مجال الإرسال: إرسال عدد من الموجات المختلفة عبر قناة اتصال مشتركة (common communication channel)، ومثالاً على ذلك إرسال عدد من المكالمات الهاتفية عبر قناة مشتركة عن طريق الأقمار الاصطناعية. وهناك نوعان أساسيان من هذا التعدد هما:

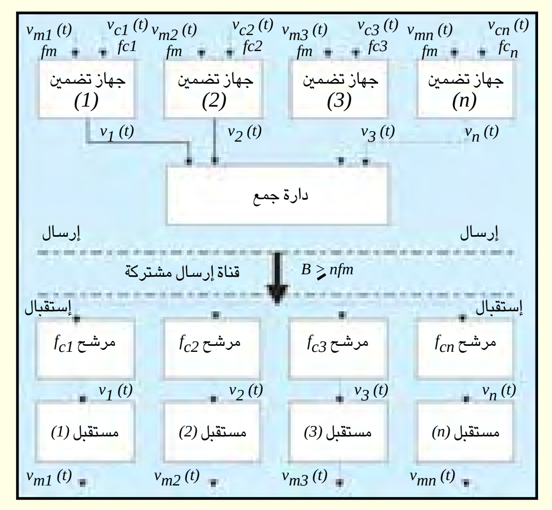
ـ تعدد تقسيم الزمن (Time Division Multiplexing-TDM)، ومن استخداماته الإرسال الرقمي.

الرمز	نطاق التردد
VHF	٣٠ ـ ٣٠٠ ميجاهيرتز
UHF	٣٠٠ ميجاهيرتز إلى واحد جيجاهيرتز
L	١ ـ ٢ جيجاهيرتز
S	٢ ـ ٣ جيجاهيرتز
S	٣ ـ ٤ جيجاهيرتز
C	٤ ـ ٦ جيجاهيرتز
C	٦ ـ ٨ جيجاهيرتز
X	٨ ـ ١٠ جيجاهيرتز
X	١٠ ـ ١٢,٤ جيجاهيرتز
Ku	١٢,٤ ـ ١٨ جيجاهيرتز
K	١٨ ـ ٢٠ جيجاهيرتز
K	٢٠ ـ ٢٦,٥ جيجاهيرتز
Ka	٢٦,٥ ـ ٤٠ جيجاهيرتز

● جدول (١) نطاقات التردد

ـ تعدد تقسيم التردد (Frequency Division Multiplexing-FD)، ومن استخداماته في الإرسال التماثلي في تطبيقات الأقمار الاصطناعية، وهو الأكثر استخداماً وشهرة، شكل (٤).

يلاحظ من شكل (٤) أن إشارة المعلومات أو المكالمة كما في المثال سوف تدخل على دائرة تضمين لتحمل على موجة أعلى منها تردداً، ولابد أن تكون قيم الترددات الحاملة للإشارات المختلفة متباعدة بحيث لا يحدث أي تداخل (overlap) بين موجات التضمين الناتجة. بعد ذلك تدخل موجات التضمين على دائرة جمع، ومن ثم ترسل عبر القناة في الفضاء إلى أن تصل إلى المستقبل الذي لديه مرشحات للتردد، حيث يأخذ كل مرشح التردد الخاص به، وهو في الأصل تردد الموجة الحاملة في التضمين، ثم تكتمل مسيرة الإشارة بفك التضمين ليتم إزالة الموجة الحاملة منها ثم تصبح المعلومات أو المكالمات عند المستقبل كما كانت عند المرسل.



● شكل (٤) الإرسال والاستقبال في تعدد تقسيم التردد

● أجهزة الاتصال مع الشبكات الأرضية

يتم توصيل أجهزة الاتصال مع الشبكة الأرضية في العادة خلال مركز التقسيم (Switching Center) إما عن طريق توصيلات سلكية أرضية من نوع (coaxial cable) أو عن طريق توصيل لاسلكي بما يسمى (Radio-Relay)، ويعتمد ذلك على الطبيعة الجغرافية بين المحطة والأجهزة.

● الأجهزة المساعدة

تتكون الأجهزة المساعدة في المحطة الأرضية من:

*** أجهزة المراقبة:** وتقوم بالاتي :

- إصدار إشارات التنبيه من الأنظمة الجزئية للمحطة.
- التحكم في مفاتيح الأجهزة الاحتياطية.
- التحكم في تشغيل الأنظمة الجزئية للمحطة.
- تسجيل المعلومات الدورية عن حالة تشغيل الأنظمة الجزئية.
- تسجيل وحفظ أهم عوامل التشغيل في المحطة.

*** أجهزة القياس:** وتقوم بقياس أداء الأجهزة الأخرى، فمثلاً من خلال تعقب المحطة للقمر فإن الهوائي يتحرك باتجاه معين، عليه لابد من جهاز لمعرفة اتجاه الهوائي، وهل هو بالاتجاه الصحيح أم يحتاج إلى تصحيح؟. وهناك أجهزة قياس كثيرة تعكس أو تحاكي ما يحدث فعليا في الأجهزة أخرى.

*** أجهزة صيانة القناة:** وهي تلي أجهزة الاتصال المتعدد (Multiplexing Equipment) وتضمن الإتصال بين المحطة الأساسية وباقي المحطات، كما تضمن الاتصال بين المحطة ومركز التقسيم (switching center).

●أجهزة تزويد الطاقة

يوجد ثلاثة مصادر لتزويد الطاقة هي:

مـزود الـطاقـة الرئيـسـي: ويكون عن طريق المحول الأساسي لمبنى المحطة، مع إضافة مزود احتياطي يعمل بسرعة بدء (٥–١٠) ثواني.

مـزود طاقـة غـيـر مـتـقـطـع (uninterrupted power supply-UPS): ويهدف إلى إنتاج جهد وتردد مستقرين.

مزود طاقة إضافي: وله جهد قليل يتراوح مابين ٢٤– ٤٨ فولت،ويستعان به في بعض الأحيان.

• البنية التحتية

تحتاج جميع أنـواع المحطات الأرضية ـ بشكل عام ـ إلى الأعمال الهندسية الإنشائية، حيث يعـتمـد حجم المحطة بشكل كبـير على نوعها. وهناك طريقتان لإنشاء المحطات هما:

محطات الهوائي الواحد: وفيها تكون جميع الأجهـزة تحت الهوائي، وبهذه الطريقة تكون البنيـة التحتية بشكل عـام أصغر حجماً وأكثر اقتصادية.

محطات الهوائيات المتعددة: وفيها ينصب كل هوائي على مبنى مستقل يحـوي بداخله المعدات المتعلقة بها، والمكبر قليل التشويش، والمستقبل التعـقبي، ومكبر الطاقـة، وفي بعض الأحيـان مـحـولات الـتـردد، ويكون هناك مبنى تشـغـيل مركزي يحتوي على معدات التشغيل وأجهزة الاتصالات، حيث يتم الربط بينه وبين الهوائيات عـن طـريـق (Waveguide) أو أسـلاك (Coaxial Cables) وتشكل تكلـفـة مـبـنى التشغيل المركزي من ٢٠٪ إلى أكثر من ٥٠٪ من تكلفة المحطة الإجمالية.

تحتـاج المحطات ذات الحـجم المتـوسط إلى أجهزة ومعدات أقل، كمـا أنها تستهلك طاقة أقل، وبالـتـالي تكون بنيـتـهـا الـتـحـتـيـة أقل تكلـفـة وتعقيدا. أمـا المحطات الصغيرة فتكون مـصممة على شكل وحدات صـغيرة مجمعة ومركبة من المصنع ولا تحتاج إلا لإعدادات بسيطة.



• شكل (٥) نطاق تغطية عربسات

مثـال للمحـطـات الأرضيـة

يعـد نظام عـربسـات (Arabsat) أحـد الأمثلة التطبيقية لنظم الأقمار الاصطناعية والمستخدمة في بيئتنا المعاصرة، وهو من أقـمـار المدار الـثـابت، أي أن سـرعـة دورانه الزاوية على الأرض تساوي السرعة الزاوية لدوران الأرض حول نفسها، لذلك فإنه ينهي دورته على مـداره خـلال ٢٤ سـاعـة. حـيث يبدو ثابتاً بالنسبـة لسطح الأرض. الجدير بالذكر أن أغلب أقمار المدار الـثـابت تقع على خط الاسـتـواء ـ خط عرض صـفـر ـ لذلك تعرف هذه الأقمار فقط بخط طولها.

أطلق نظام عـربسـات ثلاثة أجـيـال من الأقمار الاصطناعية، حيث تم إطلاق الجيل الأول عـام ١٩٨٥م، ثـم تلاه إطلاق الجـيـل الـثـاني عام١٩٩٦م، بينمـا تم إطلاق الجـيل الـثـالث عـام١٩٩٩م. ويوضح الجـدول (٢) مـعلـومـات عن تلك الأقـمـار من حـيث تاريخ الإطلاق، ومـوقع المدار ، والعمر الافتراضي، والحالة.

يوضـح شكل (٥) المناطق الواقـعـة في نطاق بث القمر عربسات، حيث يلاحظ أن المملكة تقع ضمن المناطق الداكنة التي تكون فـيـهـا الإشـارة المسـتـقـبلة جيـدة مـقـارنة بالمناطق الأخـرى مـثـل إيطاليـا، وعليـه فـإن تـصـمـيـم الـهـوائي في المملكة يـخـتـلف عن تـصـمـيـمـه في إيطاليـا، وهناك زاويتـان مهمتان في توجيه هوائي محطة الاستقبال من القمر الذي يدور في مدار ثابت مثـل عربسات، همـا:



	الجيل الأول	الجيل الثاني	الجيل الثالث
رقم القمر	(A1)، (B1)، (C1)	(B2)، (C2)، (D2)، (A2)	(A3)
تاريخ الإطلاق	(A1)،(B1) ١٩٨٥ (C1) ١٩٩٢	١٩٩٦م	١٩٩٩م
موقع المدار	(A1) - ١٩° شرق (B1) - ٢٦° شرق (C1) - ٣١° شرق	(A2)، (C2)، (D3) ٢٦° شرق (B2) - ٣٠° شرق	٢٦° شرق
العمر الافتراضي	٨ أعوام	١٢ عام	١٥ عام
الحالة	غير موجودة (انتهى)	موجودة حتى ٢٠١١م	موجودة حتى ٢٠١٤م

• جدول (٢) خصائص أقمار نظام عربسات

• شكل (٦) زاويتا الارتفاع والسمت لهوائي الاستقبال

زاوية الارتفاع

تحـسـب زاويـة الارتـفـاع (Elevation Angle) من المحـور العمـودي على السطح الموضـوع عليه الهـوائي وحتى المماس العمـودي على محـور القطع المكافئ (Parabolic)، شكل (٦).

• زاوية السمت

تقع زاوية السـمت (Azimuth Angle) في مسـتوى المحـور العمـودي على السطح الذي يوضـع عليـه الـهـوائي، وتحـسب من الشمال مع اتجاه عقارب الساعة وقوفاً عند اتجاه الهوائي، شكل (٦).

وحـسب المعلومـات الثابتـة الخاصـة بقمرعـربسـات (C2) ـ يقع في ٢٦° شرق خط غرينتش ـ وبعد إجراء الحسابات على عدة مدن في المملكة كما في الجـدول (٣) اتضح أن زاويتي الارتفـاع والسـمت تختلفان باختلاف المكان، حيث تقل زاوية الارتفاع كلما اتجهنا شمالاً، بينما تزيد زاوية السمت عند التوجه شرقاً. فمثلاً تقع مدينة الرياض شمال مكة المكرمة بحوالي ثلاث درجات، ولذلك فـإن زاوية الارتفاع في الرياض أقل من مثيلتها في مكة المكرمة بحوالي سبع درجات، ونظراً لأن الرياض تقع شـرق مكة المكرمـة بحـوالي سـبع درجـات، فـإن زاوية السـمت في الرياض تزيد عن مـثيلتها في مكة المكرمة بحوالي تسع درجات.

المدينة	خط الطول والعرض	زاوية الارتفاع	زاوية السمت
مكة المكرمة	٢١,٤٢ (شمال) ٣٩,٨٣ (شرق)	٦٠,٩٣	٢١٣,١٨١
الرياض	٢٤,٦٣ (شمال) ٤٦,٣٨ (شرق)	٥٣,٥٤	٢٢٢,٠٧
جدة	٢١,٣ (شمال) ٣٩ (شرق)	٦١	٢١٢,١٣٨

• جدول (٣) زاويتا الارتفاع والسمت لمدن مكة المكرمة، الرياض ، جدة

عرض كتاب



أسماء الأشياء والعلم والتقنية الإعجاز العلمي العظيم

عرض : خالد سعد المقبس

صدر هذا الكتاب عن مطابع الحميضي بالرياض عام ١٤٢٧هـ – ٢٠٠٦م. ويقع الكتاب في ٢١٦ صفحة من الحجم المتوسط ، وقام بتأليفه الأستاذ الدكتور ظافر بن علي القرني أستاذ الهندسة المساحية ونظم المعلومات الجغرافية بجامعة الملك سعود بالرياض .

ينقسم الكتاب إلى خمسة فصول ، يتناول **الفصل الأول** «العلم وعقبته الكؤدد» ، فيبدأ المؤلف أولاً بمدخل إلى العلم ويعرفه بأنه ضد الجهل، ثم يبين أن أعلى درجات العلم أن يعرف الإنسان خالقه جل في علاه، فيقدره حق قدره ، ويعبده حق عبادته. ثم يذكر أن العلماء قسموا العلم إلى علم فرض عين ، وعلم فرض كفاية. ولكي تظهر العلوم أو التقنيات فإنه لابد لصاحب التقنية من علم لينجز تقنيته، ولابد لصاحب العلم من تقنية ليظهر علمه . وهذا قاد المؤلف في المحور الثاني من هذا الفصل للحديث عن بعض العلوم والتقنيات، ويمثل ذلك بعلم المساحة التصويرية، وعلم الاستشعار عن بعد ، وعلم نظم المعلومات الجغرافية ، وتقنية النانو (استثارة الأشياء)، وتقنية الإنترنت.

أشار المؤلف في هذا الفصل إلى أن المساحة التصويرية تهتم بتصوير الأشياء على الأرض وما حولها؛ بهدف تحديد مواقعها وماهيتها ؛ وعمل خرائطها الطبوغرافية ، أو غير الطبوغرافية المختلفة. كما يشير إلى أن ظهور تقنيات الاستشعار عن بعد– تطورت بشكل كبير– يعد مهماً لدورها في عمل الخرائط الرقمية، فمن خلالها –كما أشار المؤلف– أصبح تحديد مواقع الأشياء يتم بصورة دقيقة، إلى جانب مزاياها الطيفية التي أسهمت في تسهيل عملية تفسير الصور بدقة أكبر. وقد وظفت تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) الصور الجوية والفضائية في تقنيتها . وقد عرَّف الكاتب هذه النظم بأنها: «نظم مؤلالة من أجل جمع وتخزين واسترجاع وتحليل المعلومات المكانية» . كما أشار المؤلف إلى تقنية النانو التي تعد من التقنيات الحديثة (٢٠٠٣م) التي أسهمت في مجال التقدم العلمي في بعض المجالات العلمية المختلفة ، وأن تقنية شبكة الإنترنت (١٩٩٠م) حقل كبير تصب فيه كل العلوم والمعارف والتقنيات بصورة لم تُعْرف من قبل، وأشار إلى أن هذه التقنيات تواكبت وتضافرت، حتى أصبحت المعلومة متاحة للجميع .

وختم المؤلف هذا الفصل بالاشارة إلى أن أسماء الأشياء التي تحتوي عليها وليست أعيانها هي التي تمثل العقبة الكؤود في هذه التقنيات. وهي سمة بارزة في علم المساحة التصويرية، والاستشعار عن بعد ، وفي نظم المعلومات الجغرافية. وتقنية النانو. فالبحث عن الكلمة التي تصف وتعرف تلك العلوم بات أمراً مهماً لكي ينير الدرب أمام الباحثين المتوثبين نحو «الآلة» بحيث تكون سهلة التناول عبر شبكة الإنترنت .

تناول **الفصل الثاني** "الكلمة" حيث بدأ الكاتب بمدخل إلى الكلمة بيّن فيه مكانة الكلمة كونها المحرك الأول لفعل الإنسان وعمله، وهي أداة الفكر الذي تقوم عليه الحياة برمتها. واستشهد في هذا الجانب بآيات من القران الكريم. وبعض الأحاديث النبوية الشريفة، إضافة إلى بعض الأبيات الشعرية.

ثم بدأ الحديث عن الكلمة في عصر الجاهلية في أقوال الناس المعتادة، مشيراً إلى أن للكلمة المتمثلة في الأمثال التأثير السحري في عقول الناس، تقيمهم وتقعدهم، وتجيش الجيوش وتدحرها، ومن تلك الأمثال ذات الدلالة القوية على خطورة الكلمة قولهم: «مقتل الرجل بين فكيه». ثم بيَّن الكاتب قيمة الكلمة في قوة الشعر، مشيراً إلى أن الشعر كله يدور على الكلمة. حيث استعرض الكلمة عند امرىء القيس، وطرفة بن العبد، وعمرو بن كلثوم ، والحارث

اليشكري، وعنترة بن شداد، والنابغة الذبياني، وعبيد بن الأبرص ، وزهير بن أبي سلمى . ثم تطرق المؤلف للكلمة في العصر النبوي مبيناً تأثيرها في القرآن الكريم، مستشهداً ببعض الآيات في ذلك ، حيث يخبرنا الله سبحانه وتعالى عن قوة تأثير كلمات هذا القرآن وسلطانها. ثم انتقل بالحديث عن الكلمة في أقوال الرسول صلى الله عليه وسلم الذي هو أفصح وأبلغ البشر لتقوم الحجة ، وتوضح المحجة ، فلئن كان أهل الجاهلية أبدعوا في اختصار المعاني الكبيرة في أمثال قصيرة، فإن الرسول صلى الله عليه وسلم فاقهم في ذلك كله ، فزاد على فصاحتهم فصاحة ، وعلى بيانهم بياناً.

أوضح الكاتب في هذا الفصل أن الكلمة في القول المعتاد عند المخضرمين لها تأثيرها الكبير في حياتهم، فالكلمة القوية تستميل القلب ، وترضي النفس، وتحل المشكل، كيف لا وهي التي قامت عليها دعوة الرسول صلى الله عليه وسلم، ثم تحدث الكاتب عن الكلمة في الشعر عند بعض الشعراء كالأعشى ، ولبيد بن ربيعة، وحسان بن ثابت وغيرهم. ثم توقف المؤلف مع الكلمة في العصر النبوي ، والعصر الأموي ، ثم العصر العباسي مبيناً أثر الكلمة في أقوال الناس المعتادة والشعر، مستشهداً بأقوال الشعراء في تلك العصور . وختم هذا الفصل بالحديث عن التحولات الكبرى في مسار الكلمة مبيناً بأنها كانت في الجاهلية قوية بليغة متعجرفة تثيرها أدنى الصيحات إلى أن تطورت وتنامت في العصور اللاحقة فأصبحت أكثر تداولاً وقوة لتأثرها بالمعارف الجديدة المتنامية .

أوضح الكاتب في **الفصل الثالث** الذي خصصه للحديث عن «الاسم»: أن العرب قسمت الكلام إلى اسم وفعل وحرف، فيقولون عن الاسم: بأنه كلمة يعبر بها عن شي، والفعل كلمة يعبر بها عن فعل شي، والحرف لايقوم بغيره . ثم بدأ باستعراض الاسم في الجاهلية في القول المعتاد وفي الشعر، واستشهد بأمثلة على ذلك . ثم ذكر الاسم في العصر النبوي في القرآن الكريم والسنة النبوية وتوقف عنده. ثم تناول الاسم عند المخضرمين في أقوالهم المعتادة وفي أشعارهم . بعد ذلك تناول الاسم في القول المعتاد وفي الشعر في العصر الأموي، ثم في العصر العباسي، مثل ما عمل في العصر النبوي. وختم الفصل بالحديث عن الوعي بالاسم والتحول الكبير الهائل في ثقافة الاسم بحسب العصور ، وعرض الجداول التي توضح التباين الهائل بين الحقبتين السابقتين للبعثة النبوية.

خصص المؤلف **الفصل الرابع** للحديث عن «أسس العلم ومنهجه»، حيث تحدث عن الاسم والإعجاز العلمي العظيم بادئاً ذلك بالإعجاز القرآني الذي يعد المرجع الأساس لكل الأسماء التي نسمي بها الأشياء التي نعالجها في معارفنا ، حيث أخبرنا الله سبحانه وتعالى أن العلم الذي فضَّل به آدم على الملائكة هو علم الأسماء التي علمه الله إياها . كما بين أسباب عجز الإنسان في الإلمام بالأسماء كلها في نقاط مختصرة . ثم تحدث عن الإعجاز النبوي موضحاً أن المعجزة التي أتى بها الرسول صلى الله عليه وسلم هي من جنس مابرع فيه كل الناس دون استثناء ، إنها الكلمة أو اللغة ، فرسالته للناس كافة .

ثم تحدث في هذا الفصل عن المفاهيم العلمية المهمة، حيث بدأها بالاسم والمصطلح ، وقد أشار إلى أن المصطلحات هي أسماء أصطلح عليها، ومع ذلك يرى المؤلف أن كلمة مصطلح جاءت إلينا ترجمة لكلمة من لغة أخرى، وإلا فالاسم حسب رأيه أعم وأشمل ، وأجدر بالتأصيل والنشر. ثم تحدث عن العلم وتصحيح المسار عن «ط» وأخواتها والجهل العريض، ومن ثم استعرض بعض النماذج على ذلك.

يرى المؤلف في هذا الفصل أن التصنيف السيء للمعارف والإصرار عليه من الأسباب التي لاتساعد على تنامي العلوم وتكاملها ، وقد ختم هذا الجزء بالحديث عن تشتيت التخصص الواحد بين عدد من الكليات . ثم ألقى المؤلف الضوء على الرؤية المغايرة للمألوف من عدة وجوه بحسب مايراها هو في ثلاث نقاط .

يختتم الكاتب كتابه **بالفصل الخامس** الذي حوى خلاصته وأهم النتائج التي توصل إليها ومن أهمها أن للنهضة العلمية والتقنية المشهودة اليوم مبتدأ غفل عنه كثير من الناس، وهو أن أصل العلم هو الوحي ، كما كان الشعر في هذا البحث الشاهد والصادق على تطور الحياة العلمية ونمائها . وأخيراً لفت المؤلف النظر إلى أهمية تصحيح مسار العلوم في المدارس والجامعات بناءً على النتائج والمعلومات التي توصل إليها .



كتب صدرت حديثاً

المدخل في تحسين جودة الخدمات الصحية: الرعاية الصحية الأولية

صدرت الطبعة الثالثة لهذا الكتاب عام ١٤٢٦هـ/٢٠٠٥م عن المكتب التنفيذي لمجلس وزراء الصحة لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، وهو من إعداد **د. توفيق بن أحمد خوجة** مدير عام المكتب التنفيذي لمجلس وزراء الصحة لدول مجلس التعاون.

تختلف هذه الطبعة عن ما سبقها في أنها مزيدة ومنقحة، حيث تناولت موضوع الرعاية الصحية الأولية من جميع عناصرها وما طرأ عليها من مستجدات خلال الأعوام الماضية .

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٤٥٥ صفحة من القطع المتوسط تتناول موضوعاته بالإضافة إلى تصدير لوزير الصحة السعودي ومقدمة لمعالي المدير الإقليمي لمنظمة الصحة العالمية للشرق المتوسط وتقديم للأستاذ **د. عساف العساف** وتمهيد للمؤلف .

يعد الكتاب دليل هام لممارسي المهن الصحية بمختلف تخصصاتهم خاصة المهتمين بالرعاية الصحية الأولية .

المنهاج الوطني لتشخيص وعلاج الربو

صدرت الطبعة الأولى للنسخة العربية من هذا الكتاب عام ١٤٢٦هـ/٢٠٠٥م عن اللجنة العلمية الوطنية لتشخيص وعلاج الربو بوزارة الصحة في المملكة العربية السعودية.

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٨٩ صفحة من القطع المتوسط وتحتوي - بجانب كلمة وزير الصحة السعودي - على: تمهيد، والإحالة وتكرار الزيارة، والبدائل العلاجية في الربو، والربو الليلي، العلاج في المستشفى، وملخص علاج النوبات الحادة للربو في قسم الطوارىء، وملاحظات هامة حول أدوية الربو، وتثقيف مريض الربو، وخطط العمل، وملحق يشمل كيفية استعمال الأنواع المختلفة من البخاخ، المراجع الأجنبية (الإنجليزية).



المخ المعجزة

قام بتأليف هذا الكتاب باللغة الانجليزية **جين كاربر (Jean Carber)** وقامت بترجمته إلى اللغة العربية مكتبة جرير حيث صدرت الطبعة الأولى عام ٢٠٠١م، ثم أعيدت طباعة الطبعة الأولى عام٢٠٠٥م.

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٣٣٥ صفحة من القطع المتوسط. ويحتوى على أربعة أجزاء.

جاء الجزء الأول بعنوان مرحباً بعصر المخ المعجزة، أما الجزء الثاني فجاء بعنوان ماذا تأكل كي تتمتع بمخ معجزة، وتناول ستة مواضيع هي:- طعام القدماء، أهم ما يحتاجه عقلك، وكيف تبنى الدهون مخك أو تحطمه، وطرق جديدة رائعة يعمل من خلالها زيت السمك على حماية مخك، والسكر بوجهيه المنشط والمثبط للمخ، وكيف تجعل مضادات التأكسد أكثر ذكاء وأكثر سعادة، وكيف تقى مخك الشيخوخة، والكافيين صلاح لمخاخ الجميع. أما الجزئين الثالث والرابع فقد تناولا على التوالي: المكملات الغذائية للمخ، وكيف تمنع المواد الضارة بالأوعية الدمويه من تدمير مخك.

مصطلحات علميّه

نقطة الأوج Apogee point

النقطة في مدار القمر الأبعد عن الأرض.

زاوية الحضيض Argument of perigee

أحد عناصر المدار، وتقاس بين النقطة التي يقطع فيها المدار خط الاستواء، ونقطة الحضيض له.

زاوية السمت Azimuth Angle

الزاوية الأفقية بالنسبة للشمال، وتساوي صفر في الشمال و ٩٠° باتجاه الشرق و ١٨٠° في الجنوب و ٢٧٠° في الغرب. وتستخدم لتحديد موقع القمر الاصطناعي أو جرم سماوي بالنسبة للمراقب من الأرض.

تغيير دوبلر Doppler Effect

تغير تردد الموجة الكهرومغناطيسية الناتج عن حركة المرسل أو المستقبل أو كليهما، وهو يقل عند ابتعادهما ويزداد عند اقترابهما، حيث يزداد طرديا مع السرعة النسبية بين المرسل والمستقبل.

اللامركزية أو الإهليجية Eccentricity

مقياس لمقدار انحراف مدار القمر عن الدائرة، ويبلغ صفر في حالة المدار الدائري، وبين الصفر والواحد في حالة المدار الإهليجي.

زاوية الارتفاع Elevation Angle

الزاوية الرأسية بالنسبة للأفق، وتقع بين صفر باتجاه الأفق و ٩٠° لأعلى، وتحدد موقع أي قمر اصطناعي أو جرم سماوي بالنسبة للمراقب من الأرض أو هوائي الاتصال.

سرعة النفاذ Escape Velocity

أدنى سرعة تمكِّن الصاروخ من مغادرة الغلاف الجوي.

المدار الثابت Geostationary Orbit

مدار القمر الاصطناعي الذي يبدو ثابتاً في السماء بالنسبة للمراقب من نقطة على الأرض ويرتفع ٣٦٠٠٠كم عن سطح الأرض.

المسار المتعدد Multipath

ظاهرة تصاحب انتشار الإشارة الكهرومغناطيسية في الاتصالات اللاسلكية بحيث تصل للمستقبل نسختين أو أكثر من نفس الإشارة عبر أكثر من مسلك. وذلك نتيجة للعوامل الجوية، أو اصطدام الإشارة بالجبال والمباني، فتصل الإشارة بفروق زمنية بينها. ويمكن ملاحظة تأثيرها في التلفزيون عند ظهور ما يشبه الظل في الصورة.

زاوية ميلان المدار Orbital Inclination

زاوية ميلان مدار القمر الاصطناعي عن خط الاستواء، وهي تساوي صفر عندما يدور القمر بمحاذاة خط الاستواء، و ٩٠° عندما يمر فوق القطبين.

الحمولة Payload

مجموعة من أنظمة القمر الاصطناعي تؤدي مهمة القمر الأساسية، فحمولة قمر الاستشعار عن بعد هي التلسكوب والمجسات، وحمولة قمر الاتصالات هي المستجيبات (Transponders).

نقطة الحضيض Perigee point

النقطة في مدار القمر الأقرب للأرض.

المدار القطبي Polar Orbit

المدار الذي يمر القمر فيه فوق قطبي الأرض الشمالي والجنوبي في كل دورة.

زاوية العقد الصاعدة Right ascension of the ascending node

أحد عناصر المدار، وتقاس بين النقطة التي يقطع فيها المدار خط الاستواء وخط الاعتدال الربيعي.

المدار المتزامن مع الشمس Sun-synchronous orbit

مدار القمر من المدار القطبي، وفيه يمر القمر فوق خط الاستواء بنفس التوقيت المحلي لتلك النقطة، ويستخدم في أقمار الاستشعار.

التثليث Triangulation

طريقة رياضية لتحديد موقع نقطة من معرفة بعدها عن ثلاث نقاط معروفة الموقع.

زاوية الابتعاد المداري True Anomaly

الزاوية بين موقع القمر ونقطة الحضيض لمداره.

الاعتدال الربيعي Vernal Equinox

النقطة التي تعبر فيها الشمس خط الاستواء السماوي، وتشاهد فيه فوق خط الاستواء تماما حيث تحدث في ٢٠ أو ٢١ مارس من كل عام.

المدار المؤقت Transfer Orbit

مدار يوضع فيه القمر الاصطناعي بعد الإطلاق مرحليا قبل انتقاله إلى المدار الثابت.



مساحة للتفكير

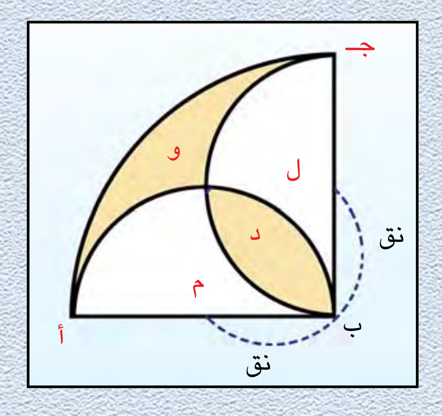
مسابقة العدد

مساحة الشكل

يمثل الشكل أ ب جـ ربع دائرة داخلها نصفي دائرة نصفي قطرهما متساويان ويساوي ربع قطر الدائرة الكبيرة .

السؤال:ـ

كيف يمكن إثبات أن مساحة الشكل المظلل (د) تساوي مساحة الشكل المظلل (و) ؟



أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة «**مساحة الشكل**» فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي : ـ

١ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة.

٢ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء.

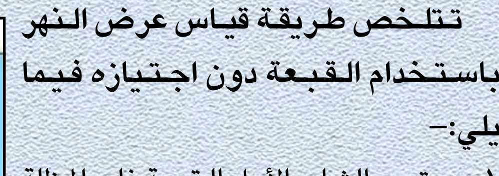
٣ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً، ويرفق به اسم وعنوان البنك ورقم الحساب إذا أمكن.

٤ـ أن يكون الإسم ثلاثي على الأقل.

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة لاختيار ثلاثة فائزين، وسيمنح كل منهم جائزة مقدارها (٣٠٠ ريال) ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله.

حل مسابقه العدد السابق

قياس عرض النهر



تتلخص طريقة قياس عرض النهر باستخدام القبعة دون اجتيازه فيما يلي:-

١- يرتدي الشاب الأول القبعة ذات المظلة ويقف على أحدى ضفتي النهر.

٢- يختار علامة معينة على ضفة النهر الأخرى، ثم يحني رأسه حتى تأتي حافة المظلة على تلك العلامة.

٣- يستدير الشاب إلى ضفة النهر التي يقف عليها دون أن يحرك رقبته أو رأسه إلى الأسفل أو إلى الاعلى، ثم يحدد النقطة التي يقف عندها نظره بواسطة علامة معينة أو وقوف الشاب الأخر عندها.

٤- يقيس المسافة بينه وبين الشاب الثاني أو النقطة المحددة، وهذه المسافة التوقعية لعرض النهر.

أعزاءنا القراء

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة العدد **السابق**، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة، وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد. وبعد فرز الحلول وإجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من :

١- عبدالله محمد علي - الرياض
٢- أيمن مصطفى محمود - الأردن - ص.ب ٤٥١٢ عمان
٣- خالد اسماعيل - الرياض

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدايا قيمة، سيتم إرسالها لهم على عناوينهم، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد القادمة.

كيف تعمل الأشياء

كاشف الحريق

إعداد : د. ناصر بن عبدالله الرشيد

يعد كاشف الحريق واحد من الاختراعات العجيبة بسبب استخدامه الشائع وتكلفته المتدنية التي لا تمثل شيئاً بالنسبة لأهميته حيث يمكن الحصول على جهاز من هذا النوع بمبلغ لا يتجاوز ثلاثين ريالاً، ومع هذا السعر المنخفض فإنه يشكل ـ بإذن الله ـ سبباً مهماً في إنقاذ حياة آلاف البشر سنوياً.

تتكون جميع أجهزة الكشف عن الحريق من جزئين أساسيين، هما: الحساس الذي يقوم بتحسس الدخان، ومنبه إلكتروني عالي الصوت؛ لإيقاظ وتنبيه الناس في حالة الحريق. يمكن تشغيل كاشف الحريق ببطارية ذات جهد كهربائي يساوي تسع فولتات أو بواسطة التيار الكهربائي للمنزل.

يوجد العديد من الأنواع لأجهزة كشف الحريق، ولكن سيتم التطرق في هذا العدد إلى النوعين الأكثر شيوعاً واستخداماً في وقتنا الحاضر، وهما كالتالي:

كاشف الحريق الكهروضوئي

كثيراً ما نسمع صوتاً أو رنيناً منبهاً عندما ندخل أبواب بعض المحلات التجارية، وذلك لتنبيه صاحب المحل بدخول شخص ما إلى داخل المحل. وعندما ننظر إلى الباب نجد بقرب إطاره شعاعاً ضوئياً صادراً من أحد الجانبين ـ سواء ضوء أبيض أو حزمة من الليزر ضعيف الطاقة ـ وعلى الجانب الآخر يوجد كاشف ضوئي (Photodetector) يستطيع رؤيته.

عند مرور الداخل إلى المحل من الباب، فإن جسمه يمنع وصول الضوء إلى كاشف الضوء، وبالتالي يحس الكاشف بانقطاع الضوء فيودي ذلك إلى قفل دائرة كهربائية تحتوي على جرس فيطلق الجرس ذلك الرنين.

من خلال هذه الفكرة يمكن تخيل حساساً من هذا النوع يعمل ككاشف للدخان الناجم عن الحريق، فإذا حدث حريق نتج عنه دخان يمكن أن يحجب هذا الشعاع بحيث لا يصل إلى الحساس المنبه سيعطي صوتاً تحذيرياً. ولكن استخدام هذا الجهاز لهذا الغرض يواجه مشكلتين، هما: حجمه الكبير، وضعف حساسيته، مما يجعله يحتاج إلى كمية كبيرة من الدخان وأن يكون كثيفاً لكي يحجب الضوء تماماً، وبالتالي يجعله يعمل.

ولذلك فإن أجهزة الكشف عن الحريق الكهروضوئية تستخدم الضوء بطريقة مختلفة، حيث يوجد داخل الجهاز ضوء وحساس في آن واحد، ولكن يقع أحدهما بالنسبة للآخر بزاوية قائمة، شكل (١). ففي الحالة الاعتيادية ينطلق الشعاع الضوئي بشكل مستقيم، وبالتالي لا يصل إلى الحساس. أما عندما يدخل الدخان إلى الحجرة فإن الدقائق التي يتكون منها الدخان تعمل على تشتيت الضوء فيصل جزء منه إلى الحساس، شكل (٢)، وعندئذ يطلق المنبه الصوت التحذيري.

الكاشف الأيوني

يعتمد كاشف الحريق الأيوني على وجود خلية دقيقة ذات فعالية إشعاعية عالية، ولهذا يعد هذا النوع أكثر الأجهزة استخداماً لرخص ثمنه ودقته في الكشف عن الكميات القليلة من الدخان.

* مكونات الكاشف

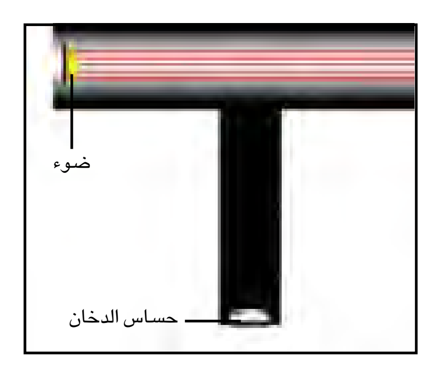
عند رفع الغطاء الخارجي للجهاز فإنه يمكن مشاهدة الأجزاء الرئيسة التالية:

ـ **اللوح الإلكتروني**، وهو عبارة عن مجموعة متنوعة من الدوائر المتكاملة والمقاومات والمكثفات التي تقوم بترجمة الإشارات إلى عمل ينفذه الجهاز بإعطاء تحذير يدل على وجود الخطر.

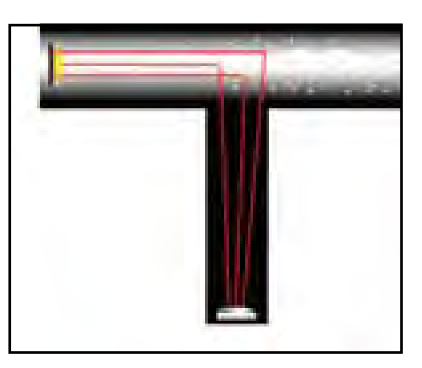
ـ **حجرة التأين**، و تحتوي على شريحتين معدنيتين تتصل كل منهما بأحد قطبي بطارية جافة مما يسمح بوجود فرق جهد بينهما، شكل (٣). يوجد داخل هذا النوع من الأجهزة كمية قليلة من العنصر أمريشيوم – ٢٤١ (Americium-241) المشع تقدر بـ ٠,٠٢ جم. حيث يبلغ عمر النصف لهذا العنصر ٤٣٢ سنة، ويصدر جسيمات ألفا.

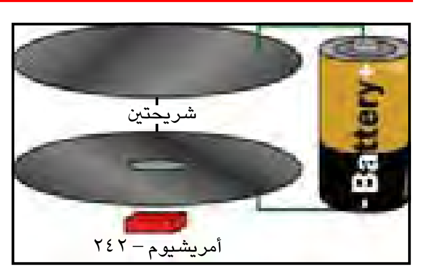
تتكون حجرة التأين ـ لها لون الفضي ـ من علبة من الألمنيوم تحتوي على المصدر المؤين، كما تحتوي على شقوق طولية تسمح بحدوث تيارات هوائية. تعمل هذه العلبة نفسها كقطب سالب، وتقع في أعلى اليمين من الجهاز، شكل (٤). يوجد أسفل حجرة التأين ماسك خزفي يحتوي على الصفيحة الموجبة لحجرة التأين، ويوجد تحتها المصدر المشع.

يحتوي الجهاز النموذجي على ٠,٩ ميكرو كوري من عنصر الأمريشيوم – ٢٤١، ـ تستخدم وحدة الكوري نسبة إلى مدام كوري المرأة الفرنسية التي استخدمت عنصر الراديوم في أبحاثها ـ لقياس المواد المشعة. فعلى سبيل المثال إذا كنت تمسك في يدك ما مقداره كيوري من أي مادة، فإنك تمسك كمية من المادة التي تتعرض لحوالي ٣٧ مليار انشطار نووي في الثانية، وهذا يعني أن ٣٧ مليار ذرة في العينة تتحلل وتطلق جسيمات نووية (مثل جسيمات ألفا) في الثانية الواحدة. ومن الجدير بالذكر أن



• شكل (١) كاشف الحريق الضوئي عندما لايوجد دخان


• شكل (٢) كاشف الحريق الضوئي عند وجود دخان



● شكل(٣) مكونات حجرة التأين

الجرام الواحد من عنصر الراديوم يولد ـ تقريباً ـ كوري واحد من النشاط الإشعاعي.

ـ **المنبه الألكتروني،** ويقع في الجزء السفلي الأيمن من الجهاز ويكون في الغالب ذي اللون البرونزي، كما في شكل (٥).

※ آلية عمل الجهاز

تتميز جسيمات ألفا الناتجة من عنصر الأمريشيوم بخصائص منها أنها تؤين ذرات الأكسجين والنيتروجين الموجودة في حجرة التأين. وفي هذه الحالة يتم طرد إلكترون من إلكترونات الذرة، مما يعني وجود إليكترون حر(شحنة سالبة)، وذرة فاقدة للإلكترون بشحنة موجبة. ينجذب الإلكترون السالب إلى الشريحة المتصلة بالقطب الموجب للبطارية، بينما تنجذب الأيونات الموجبة إلى الشريحة المتصلة بالقطب السالب، فيتولد عن ذلك تياراً كهربائياً بين الشريحتين. تتحسس الأجهزة الإلكترونية في الكاشف الكميات القليلة من التيار الكهربائي الناتج عن حركة الأيونات السالبة والموجبة نحو الشرائح المناسبة، فيبقى المنبه صامتاً.

حينما يدخل الدخان إلى حجرة التأين فإنه يعيق التيار نتيجة لالتصاق دقائق الدخان مع الأيونات ومعادلتها لشحنتها، وبالتالي فإن الحساس يشعر بانقطاع التيار فيصدر صوتاً منبهاً.

تعد المادة المشعة المستخدمة في هذا الجهاز قليلة جداً، كما أنها تطلق جسيمات ألفا التي لا تستطيع اختراق شريحة من الورق أو عدة سنتيمترات من الهواء، ولذا فإن خطرها قليل جداً على الصحة في الأحوال الاعتيادية، ولكنه يكون خطراً عند استنشاقه، ولذا يجب عدم العبث به.



● شكل(٤) الشكل الخارجي لحجرة التأين

نـوع الجـهـاز المـنـاسب

تعد جميع أجهزة الكشف عن الحريق سواءً تلك التي تعمل بالبطارية الجافة أو من كهرباء المنزل مناسبة وجيدة للقيام بالمهمة المطلوبة على أكمل وجه، إلا أن استشارة قسم مكافحة الحريق المحلي تعد ضرورية لاختيار الأفضل، ويجب التأكد من أن الجهاز تم فحصه واعتماده من قبل مختبر معترف به.

عدد الأجهزة في المنزل ومكانها

يجب أن يكون في كل دور من أدوار المنزل على الأقل جهاز واحد لكشف الحريق، ولا شك أن وجود أكثر من ذلك يساعد على اكتشاف الحريق بوقت مبكر.

يجب أن توضع أجهزة كشف الحريق قريبة من غرف النوم، سواءً على الجدران أو على السقف، وفي حالة وجودها في السقف فإنها يجب أن تبتعد عن الحائط بمسافة تتراوح ما بين ١٥ إلى ٣٠سم، كذلك يجب أن تبتعد عن السقف بنفس المسافة إذا كانت مثبتة على الحائط.

الاتصال بين الأجهزة

تتطلب سلامة شاغلي المباني ـ خصوصاً المباني متعددة الأدوارـ وجود نظام كشف حريق دقيق يتكون من عدة أجهزة إنذار وذي كفاءة عالية في إطلاق إشارة التنبيه في جميع أجزاء المبنى بمجرد ظهور الدخان في أي جزء من أجزائه، ويتم هذا بربط جميع الأجهزة في المبنى مع بعضها في شبكة داخلية.

يعمل كل جهاز من أجهزة كشف الحريق التي تعمل بالبطارية الجافة بشكل مستقل، ولا يمكن ربطها مع الأجهزة الأخرى في المنزل أو المنشأة. أما الجهاز الذي يعمل بالتيار المتذبذب (كهرباء المنزل) فإنه يمكن ربط جميع الأجهزة بعضها ببعض، فإذا أصدر أي جهاز داخل المبنى صوتاً نتيجة لوجود دخان فإن جمع الأجهزة داخل المبنى تصدر تنبيهاً حتى ولو لم يصلها الدخان، لأنها في أدوار مختلفة.



● شكل(٥) مكونات كاشف الحريق الأيوني

يوجد في هذا النوع من الكاشفات ثلاثة أسلاك (أسود، وأبيض، وأحمر). يمثل السلك الأسود الخط الحار للجهد، والأبيض الخط المتعادل، بينما يمثل السلك الأحمر خط التوصيل بين أجهزة الكشف عن الحريق في جميع أنحاء المبنى، ويمكن استخدام أسلاك كهربائية عادية ـ لا تحتاج إلى نوع خاص من الاسلاك ـ لكن يجب أن تتصل جميع أجهزة كشف الحريق في المبنى لقاطع واحد من اللوحة الرئيسية.

عند اكتشاف وجود دخان بواسطة أي من أجهزة البناية فإنه يتم إرسال إشارات ذات جهد ٩فولت من خلال السلك الأحمر، وبالتالي فإن أي جهاز يستشعر تلك الإشارة يبدأ بإطلاق صوت التحذير في الحال.

صيانة الجهاز

لكي يحافظ الجهاز على جودته ويؤدي الوظيفة التي وضع من أجلها فإنه يجب صيانته، كما يلي:

١- ضغط زر الفحص على الأقل مرة واحدة في الشهر للتأكد من أنه يعمل .

٢- تنظيف الجهاز بالهواء مرة أو أكثر في السنة.

٣- تغيير البطارية في حالة الجهاز الذي يعمل بالبطارية كل سنة، أو عندما يصدر جهاز التنبيه صوتاً يدل على أن البطارية ضعيفة. وهناك بعض الاقتراحات التي توصي بتغيير البطارية مرتين في السنة، ويمكن توقيت ذلك باختيار تواريخ يمكن حفظها بسهولة تامة مثل العطل السنوية أو تاريخ الميلاد وغيرها.

المصدر

http://home.howstuffworks.com/smoke.htm,1,2,3,4
http://home.howstuffworks.com/framed.htm_parent=smoke.htm&url=http://www.vienna.cc/network/report_smoke_detectors.htm



استخدام الموجات السلبية للقمر الاصطناعي لتقدير رطوبة التربة السطحية للمملكة العربية السعودية

يعد عدم التقدير الدقيق للموارد المائية وتوزيعها على مستوى المناطق الشاسعة من أبرز عوائق تنمية المناطق الجافة، ونتيجة لاحتياج هذا التقدير إلى الكثير من البيانات الأرضية وبيانات الأرصاد الجوية المختلفة فإن ذلك يزيد من صعوبة التقدير الحقيقي لهذه الموارد .

تعد بيانات القمر الاصطناعي وسيلة جديدة لتقدير هذه الموارد، ولذلك قامت **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** بتمويل البحث رقم (ARP–19) للباحث الرئيس **عبدالوهاب سليمان محمد مشاط** من جامعة الملك عبدالعزيز حيث انتهت الدراسة ١٠/٩/١٤٢٤هـ .

● أهداف البحث

يهدف البحث إلى تقدير رطوبة التربة السطحية على مستوى المملكة العربية السعودية باستخدام بيانات القمر الاصطناعي، وربطها برطوبة التربة المقدرة بواسطة نماذج هيدرولوجية للميزان المائي بالتربة، والحصول على أفضل علاقة رياضية فيما بينهما، ثم اختبار مدى دقة هذه العلاقة .

● خطوات البحث

استخدمت بيانات القمر الاصطناعي للمجس (SSM/I) في تقدير رطوبة التربة السطحية على مستوى المملكة العربية السعودية، حيث تم ربط رطوبة التربة المقدرة بواسطة ثلاثة نماذج هيدرولوجية، مختلفة مع درجات حرارة السطوع المقاسة بواسطة المجس للسنتين ١٩٩٥ و ١٩٩٦م للوصول إلى أفضل نموذج .

● نتائج البحث

من أهم نتائج البحث مايلي :

١– تم تقدير معدلات البخر– فتح باستخدام ست طرق مختلفة حيث ثبت من خلال تحليل التباين وجود اختلافات معنوية بين نتائجها، وأظهر تحليل الفروقات مقارنة مع نتائج وعاء البخر (PAN) أن طريقة منظمة الاغذية والزراعة العالمية (FAO) المعدلة، كانت أقرب الطرق في تمثيل الواقع من بين الطرق التي استخدمت في هذه الدراسة .

٢– أظهرت النتائج أن قيم معدلات البخر – نتح السنوية (مم/سنة) كانت عالية في المناطق الجنوبية والجنوبية الشرقية والمنطقة الغربية المحيطة بمكة المكرمة، ومتدنية في المناطق الجنوبية الغربية والشمالية الغربية من المملكة .

٣– اشارت تقديرات رطوبة التربة باستخدام ثلاثة نماذج هيدولوجية مختلفة أن النموذج الثالث يعطي أعلى التقديرات غالباً، وكانت أعلى قيم لتكرار أيام حدوث ارتفاع في رطوبة التربة تعطى بواسطة النموذج الأول .

٤– أظهر تحليل التباين الإحصائي لمحتوى رطوبة التربة وتكرار أيام البلل وجود تأثيرات عالية المعنوية (مستوى أقل من ١٪) لموقع المحطة، ونوع النموذج الهيدولوجي، والسنة، وكذلك الشهر .

٥– أظهر تحليل التباين الإحصائي وجود اختلافات معنوية (مستوى أقل من ١٪) بين النماذج الهيدرولوجية الثلاثة المستخدمة، مما يؤكد الاختلاف في الأساس الفيزيائي والرياضي وطبيعة الفروض التي تم بناء النماذج عليها .

٦– عند دراسة الإرتباط الإحصائي بين

محتوى رطوبة التربة بالنماذج الهيدرولوجية وبين درجات حرارة السطوع المختلفة بواسطة المجس (SSM/I)، ومن ثم استنتاج أفضل نموذج تمثيل من بينها، كانت دلائل درجات رطوبة التربة (كنسب مئوية مم^{2}/مم^{2}) دوما الأعلى إرتباطا عن باقي دلائل الرطوبة المعبرة عن عمق المياه المخزنة في جوف التربة (مم)، لذلك كان التركيز عليها في الدراسة زيادة عن باقي الدلائل.

٧- كانت نسبة رطوبة التربة المقدرة بالنموذج الهيدولوجي الأول الأعلى إرتباطاً إحصائياً مع درجات حرارة السطوع في معظم النتائج المعطاة .

٨- تحسنت معاملات الارتباط الإحصائي لفصل الشتاء عندما تم تقسيم النتائج حسب المواسم المناخية (صيفاً-شتاءً)، كما تحسنت معاملات الإرتباط الإحصائي في المناطق المتوسطة الارتفاع عن بقية المناطق الجبلية والمنخفضة عند تقسيم النتائج حسب الارتفاعات الطبوغرافية، بينما لم تظهر نتائج التحليل أي فروقات تذكر بين حالتي القمر الاصطناعي صاعداً أو منحدراً عند دراسة نتائج جميع المحطات مجتمعة للعامين ١٩٩٥ و ١٩٩٦م.

٩- لوحظ أن نتائج معاملات الإرتباط بين محتوى الرطوبة ودرجة حرارة السطوع لكل محطة قد تحسنت بشكل كبير عن الحالات السابقة، وعند إعادة التحليل باعتبار المتغيرات المتعددة (Multi Regression) بين رطوبة التربة ودرجات حرارة السطوع لوحظ ازدياد التحسن بشكل أكثر من اعتبار المتغير الواحد .

١٠- تم استنتاج نماذج التمثيل الرياضي الإحصائي بين محتويات رطوبة التربة ودرجات حرارة السطوع لكل محطة منفصلة باستخدام نظام المتغير المستقل الواحد، ونظام تعدد المتغيرات، فكان التمثيل في الثانية الأعلى ارتباطاً إحصائياً، كذلك تم استنتاج النماذج الإحصائية غير الخطية (لحالة المتغير الواحد) حيث تم التحقق من النماذج الرياضية المستنتجة بصورة خطية لحالة متغير واحد مستقل، وذلك بمقارنة نتائج الرطوبة المقدرة بهذا النموذج مع نتائج الرطوبة الأرضية المستنتجة بواسطة النموذج الهيدولوجي الأول لنتائج عام ١٩٩٧م لكل محطة بشكل منفصل. وقد ظهر تقارب بين النتيجتين لمعظم المحطات، حيث وصل معامل الإرتباط الإحصائي إلى قيم أكبر من ٠,٥ لعدد ١٤ محطة من أصل ٢٣ محطة، حيث أظهرت محطة القصيم أعلى معامل إرتباط (٠,٨٢٧) .

● التوصيات

بالنظر لاتساع منطقة الدراسة والتطبيق التي امتدت لتشمل جميع مناطق المملكة، فإن هناك العديد من التوصيات يرى الباحثون أخذها في الاعتبار عند إجراء دراسات مستقبلية، ومن هذه التوصيات مايلي :

١- دراسة العلاقة الفيزيائية بين الإنبعاثية (درجة حرارة التربة)، ودرجة حرارة التربة، ومحتوى رطوبة التربة، ثم الربط الفيزيائي بين الإنبعاثية ومحتوى رطوبة التربة مع قياسات القمر الاصطناعي (درجات حرارة السطوع) .

٢- إعادة هذه الدراسة باستخدام بيانات أكثر من قمر إصطناعي وصولا لأفضل نتائج ربط بين قياسات المجس للقمر الاصطناعي مع محتوى رطوبة التربة .

٣- الربط المباشر بين القياسات الحقلية لرطوبة التربة مع قياسات المجس للقمر الاصطناعي حيث يُقْتَرَح قياس رطوبة التربة بواسطة مجسات رطوبة أرضية وإرسال القياسات آليا إلى محطات أرصاد جوية لربطها في نفس الوقت مع قياسات الأقمار الاصطناعية المارة على نفس المنطقة .

٤- دراسة تأثير التغطية السطحية على تقدير رطوبة التربة بواسطة الأقمار الاصطناعية، حيث تعتبر من المواضيع الهامة لزيادة فهم المتغيرات.

٥- الدراسة التفصيلية للعلاقة بين نوع السطحية (القوام - اللون) ونتائج رطوبة التربة المقدرة بواسطة المجس .

٦- التحقق من مدى الترابط بين محتوى رطوبة التربة والرطوبة المقدرة بواسطة مجس الأقمار الاصطناعية .

من أجل فلذات أكبادنا

قطع المواد ولحمها

لايمكن للإنسان أن يتصور سهولة قطع ولحم كثير من المواد الصلبة ـ مثل الحديد والنحاس وغيرها ـ باستخدام الحرارة العالية، ولكن هذا ما يحدث بالفعل، حيث تعمل الحرارة على صهر الفلزات، وبالتالي تضعف قوى التجاذب بين ذراتها، ومن ثم ينفصل جزء من الفلز عن الآخر عند المنطقة المحددة. أما في حالة لحم الفلز لزيادة الطول أو المساحة أو السمك فإنه يتم تسخين الطرفين المراد لحمهما حتى تنصهر طبقة رقيقة من كل منهما ثم بعد ذلك يقرب الطرفان إلى بعضهما حتى يتلامسا، وعندما يبردان فإن قطعتي الفلز ستلتحمان مع بعضهما بقوة.

يستخدم غاز الأسيتيلين ـ مركب هيدروكربوني ـ كمصدر للحرارة حيث ينتج عنه لهب عالي الحرارة عندما يحترق في الهواء، وحرارة أعلى عندما يحترق بالأكسجين النقي.

يستخدم عمال اللحام آلة يطلق عليها مشعل الأسيتيلين الاوكسيجيني، حيث يمكن التحكم بهذه الآلة بدقة تامة للحصول على لهب صغير وذي حرارة عالية يوجه بدقة عالية إلى المكان المطلوب، كما يمكن استخدام المشرط الحراري ـ يستخدم خليط من الأكسجين والبروبان ـ لقطع المواد.

يسعدنا أن نقدم لفلذات أكبادنا تجربة مبسطة توضح اثر الحرارة في تسهيل عملية القطع واللحم، وذلك فيما يلي:

● الأدوات

٤ شمعات، وسكين بمقبض خشب أو بلاستيك، وثقاب (أعواد الكبريت)

● خطوات العمل

١- حاول قطع واحدة من الشمعات بالسكين وهي باردة، ماذا تشاهد؟

٢- أشعل الشمعة الثانية وسخن بها نصل السكين ثم حاول مرة أخرى قطع الشمعة بالسكين الساخنة، ماذا تشاهد؟

٣- قرب طرفي الشمعتين الباقيتين إلى بعضها وهما بشكل بارد، ماذا تشاهد؟

٤- سخن نصل السكين مرة أخرى ثم ضعه بين طرفي الشمعتين لفترة وجيزة ثم اسحب السكين ولامس طرفي الشمعتين مع بعضها حتي يتجمد الشمع المنصهر من كلتا الشمعتين، ثم حاول أن تفصلهما، ماذا تشاهد؟

● المشاهدات

١- نشاهد في الحالة الأولى صعوبة قطع الشمعة، شكل (١).

٢- نشاهد في الحالة الثانية سهولة قطع الشمعة حتى بدون ضغط قوي على السكين، (٢).

٣- نشاهد في الحالة الثالثة عدم إلتحام الشمعتين ببعضهما.

٤- نشاهد في الحالة الرابعة إلتحام الشمعتين مع بعضهما ، شكل (٣).

● الإستنتاج

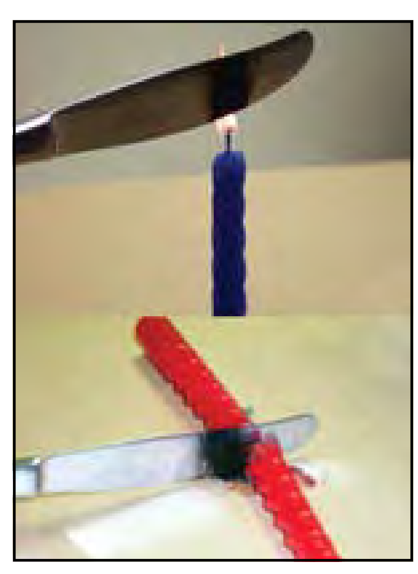
نستنتج من المشاهدات السابقة أنه يمكن استخدام الحرارة في قطع ولحم المواد مثل الفلزات وغيرها.

المصدر

Young Scientist, Discovering Gases, Vol. 3



شكل (١)



شكل (٢)



شكل (٣)

الهندسة الوراثية لعلاج السرطان

تمكن العلماء من تحويل بعض خلايا مرضى سرطان الجلد (Melanoma patients) إلى خلايا مقاومة للسرطان عن طريق إدخال مورث لها، مما يعد أول خطوة للعلاج بالمورثات (Gene therapy).

سبق هذه الخطوة ـ بعدة سنين ـ نجاح محدود لعلاج بعض أنواع السرطان باستخدام مايسمى بتقنية "نقل الخلية بالتبني" (Adoptive Cell tranfer). تعتمد هذه التقنية على القدرة الطبيعية لبعض الخلايا المناعية – خلايا-ت والخلايا اللمفاوية – للتعرف على الخلايا السرطانية عند بعض المرضى ومن ثم قتلها، وتبدأ خطوات هذه التقنية بعزل الخلايا المناعية الأكثر ضراوة في قتل الخلايا السرطانية وإكثارها في المختبر، ومن ثم تحطيم الخلايا الأقل ضراوة، واستبدالها بالخلايا التي تم إكثارها لتقوم بدورها في القضاء على الخلايا السرطانية للمريض.

يذكر **ستيفن روسنبرج** (Steven Rosenberg) من معهد السرطان القومي في ميرلاند أن التقنية المذكورة –نقل الخلية بالتبني– لاتصلح لأغلب مرضى السرطان، فمثلاً لا توجد الخلايا المختصصة في قتل خلايا الجلد إلا في ٥٠٪ من المرضى، كما أن الخلايا المتخصصة في قتل الأنواع الأخرى من السرطانات –الثدي، الرئة، الكبد ... – الخ – من الصعب وجودها في الأشخاص المصابين بهذه السرطانات.

وفي خطوة مهمة لتطوير تقنية نقل الخلية بالتبني لعلاج الأمراض السرطانية الأخرى قام **روسنبرج** ومجموعته بعزل بعض خلايا – ت من دماء ١٧ شخص من مرضى سرطان الجلد الميئوس من علاجهم، ثم أضاف إليها فيروس معين له القدرة على تصنيع بروتين يدعى (MART-1) على سطحها، مما يجعل خلايا–ت المحورة وراثياً قادرة على التعرف على خلايا سرطان الجلد وقتلها.

قام الباحثون بغرس الخلايا المحورة وراثياً في الخلايا الأم التي أخذت منها سابقاً، حيث أظهرت النتيجة تحسناً مذهلاً في حالة اثنين من المرضى، وتم شفاءهم الكامل من المرض بعد شهرين من عملية الغرس. أما بقية المرضى الخمسة عشر فقد تم قتل ٨٥٪ من خلاياهم السرطانية.

ويذكر **روسنبرج** أنه على الرغم من الاختلاف في مستوى شفاء المرضى بواسطة هذه التقنية، إلا أن استمرار وجود الخلايا المقاومة للسرطان في أجسام المرضى يعد من العلامات المشجعة، ويؤكد نجاح هذه الطريقة في علاج السرطان إذا تم تطويرها مستقبلاً، وهو مايعمل عليه الباحثون.

المصدر :

www.sciencenews.org/articles/20060902/fob1.asp

اثنا عشر كوكباً للمجموعة الشمسية

اقترح علماء الفلك خلال انعقاد الجمعية العمومية للاتحاد العالمي للفلك (International Astronomical Union-IAU) المنعقد في سبتمبر ٢٠٠٦م ببراغ في جمهورية التشيك: أن يصبح عدد كواكب المجموعة الشمسية اثني عشر كوكباً بدلاً من الكواكب التسعة المعروفة سابقاً، حيث سينضم إلى تلك التسعة كل من: الكويكيب سيرس، والقمر شارون (Charon) الذي يدور حول كوكب بلوتو، ومجموعة كبيرة من الأجسام خارج المجموعة الشمسية تسمى (2003UB313).

قامت الجمعية العمومية للاتحاد العالمي للفلك (IAU) بتكليف لجنة مكونة من سبعة أشخاص تضم فلكيين وكتاب وعلماء تاريخ بإعادة تعريف الكوكب السيار، وقد اتفقت اللجنة على تعريفه بأنه: "أي جسم يدور حول نجم وليس بنجم، وليس بقمر يدور حول كوكب، وأن تكون له قوة جاذبية كافية تجعله مستدير الشكل ".

ويذكر **نيل تايسون** (Neil Degvasse Tyson) مدير قبة هايدن الفلكية في نيويورك أنه تم أخيراً تعريف الكوكب بعد ٢٥٠٠ عام من الجدل، خاصة بعد اكتشاف أجسام تقع بعد كوكب نبتون فيما يسمى بحزام **كويبر** (Kuiper belt) الذي يقع فيه كوكب بلوتو.

يختلف كوكب بلوتو عن كواكب المجموعة الشمسية الثمانية المعروفة بأنه صغير الحجم مقارنة بها، وله مدار غير مألوف، وله صفات مشتركة مع حوالي ألف من الأجسام الموجودة في حزام **كويبر**. فضلاً عن ذلك فإن علماء الفلك وجدوا أن مجموعة (2003UB313) أكبر حجماً من بلوتو.

ويذكر **مايك براون** (Mike Brown) – من معهد باسادينا للتقنية ومكتشف مجموعة (2003UBB13)– أنه يجب الاعتراف بخطأ إطلاق اسم الكوكب على بلوتو، ولكن بما أنه محبوب لدى كثير من الناس فمن الصعب وضعه أقل منزلة من الكوكب.

عليه فإن اللجنة المكلفة أبقت على بلوتو ليكون كوكباً، وأضافت إليه قمره شارون ليكونا الكوكبين المزدوجين. وبذلك تصبح المجموعة الشمسية كالآتي :–

عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ، المشتري، زحل، أورانوس، نبتون، إضافة إلى مجموعة سيرس المعروفة بالكواكب القزمة، وكذلك المجموعة الجديدة بلوتو، وشارون، و(2003UB323) المعروفة بالكويكبات الثلجية التي ستضم مجموعات أخرى، منها ٤١ جسماً تم اكتشافها حتى الآن خارج المجموعة الشمسية.

المصدر :

http://www.sciencenewsorg/articles/20060819/fobl.asp.

سرطان الغدة الدرقية واشعاع تشرنوبل

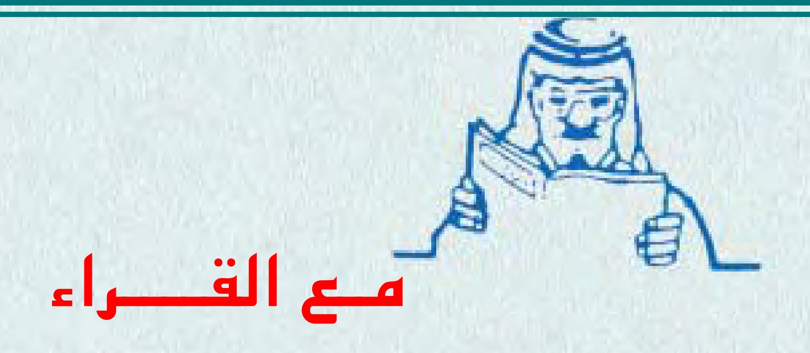
بالرغم من مرور عقدين من الزمان على حادث الانفجار النووي في تشرنوبل إلا أن دراسة حديثة أشارت إلى وجود حالات لسرطان الغدة الدرقية من جراء التعرض لليود المشع الذي صدر عن الحادث المذكور، خاصة بين الذين كانوا أطفالا ومراهقين وقت الحادث.

أدى حادث تشرنوبل في عام ١٩٨٦ إلى تعرض عدد كبير من مواطني بيلا روسيا وأوكرانيا وروسيا الاتحادية لمواد مشعة غنية باليود والسيزموم. وقد أشارت عدة دراسات سابقة إلى أن التعرض لأنواع معينة من الإشعاع تزيد من حالات الإصابة بسرطان الغدة الدرقية بين الأطفال والمراهقين، غير أن قليلاً من تلك الدراسات قد تناولت أثر التعرض لليود المشع، بل إن هناك ثلاث دراسات فقط تعرضت لعلاقة حادث تشرنوبل بهذا النوع من السرطان.

قام **جفري هاو** (Geoffrey R.Howe) ومجموعته من جامعة كولمبيا بنيويورك بمسح حالة ١٣١٢٦ من مواطني أوكرانيا كانت أعمارهم عند حادث تشرنوبل أقل من ١٨ عاماً، حيث قاموا بتقدير الجرعة الاشعاعية لكل شخص من المجموعة المذكورة، وذلك باستخدام قياسات الإشعاع في الغدة الدرقية بعد حادث تشرنوبل مباشرة. اتضح من مسح القياسات الإشعاعية وجود ٤٥ حالة من سرطان الغدة الدرقية من المجموعة المذكورة مقارنة بـ ١١,٢ حالة متوقعة في الأماكن التي لم يصلها الاشعاع. إضافة لذلك أشارت الدراسة إلى أن الإصابة بالسرطان المذكور أقل عند الأشخاص الذين كانت أعمارهم أكثر من ١٨ عاماً وقت الحادث المذكور، أي أن فرص التعرض للسرطان تزيد عند الأشخاص الذين كانوا أطفالاً أو مراهقين وقت الحادث. ويذكر الباحثون أن ٧٥٪ من حالات الإصابة بسرطان الغدة الدرقية في منطقة الدراسة لم تكن تحدث لولا مشيئة الله ثم ذلك الحادث، الأمر الذي يفسر الأثر الفعال لليود المشع في زيادة حالات السرطان.

المصدر :–

http://www.sciencedaily.com/releases/2006/07/060714175324.htm



مع القــــراء

قراءنا الأعزاء

لازال بريد المجلة يستقبل رسائلكم التي تذخر بعبارات الشكر والثناء على المجلة والقائمين عليها. ونحن إذا نقدر لكم هذا الإطراء الذي يخجل تواضعنا نؤكد لقرائنا الأعزاء أننا سنحاول أن نكون عند حسن ظنكم بنا وسنبذل كل جهد في الرقي بالمجلة حتى تسهم في نشر الوعي العلمي في عالمنا العربي.

● الأخت الكريمة / رشا إسماعيل خليل ـ العراق

ببالغ الشكر تلقينا رسالتك التى تحمل فى طياتها الثناء العاطر على **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية**، أما بخصوص المعلومات التى طلبتيها فقد أحلنا رسالتك إلى جهة الاختصاص، ونأمل أن يتحقق طلبك.

● الأخ الكريم / مصطفي عشيبة ـ الجزائر

بكل فخر واعتزاز تسلمنا رسالتك التى تحمل فى طياتها وصفاً دقيقا لأهداف المجلة التى أشرت إليها في رسالتك . كما يسعدنا إفادتك بأننا لانهمل أية رسالة تصل الينا ونرد عليها بالطريقة المناسبة. أما بخصوص رغبتك الإشتراك في المجلة فإنه يسرنا إفادتك إدراج اسمك في قائمة الإهداءات ونأمل أن تصلك باستمرار .

● الأخ الكريم / النذير جورى المكي ـ الجزائر

نشكرك على رسالتك ويؤسفنا تأخر وصول المجلة إليك لأسباب لانعلمها ، وسيتم تحديث عنوانك ونأمل أن يستمر وصولها اليك، وبدون تأخير، شاكرين تواصلك مع المجلة.

● الأخت الكريمة / نوال باحوز ـ الجزائر

تلقينا رسالتك وفهمنا مضمونها، ويؤسفنا الاعتذار عن تحقيق طلبك لعدم توفره لدينا ، كما أنه ليس من إختصاصنا إهداء كتب ليست من إصداراتنا.

● الأخت الكريمة / غدير محمد مبارك باحيد ـ جدة

يسعدنا نتقدم لك بالشكر الجزيل على ثنائك العاطر على المجلة ، كما يسعدنا إدراج اسمك في قائمة الإصدارات، ونأمل أن تصلك الأعداد القادمة بشكل متواصل.

● الأخ الكريم / شراديد الأخضر ـ الجزائر

يؤسفنا عدم استطاعتنا تزويدك بجميع الأعداد التي طلبتها لأنها غير متوفرة ، ولكن سنحاول تزويدك بالمتوفر منها، أما بخصوص المقال الذى أرسلت فيصعب نشره فى الوقت الحاضرلأنه كما تعلم المجله تتبع منهج الموضوع الواحد، ولن يتم إصدار أية أعداد تتعلق بالبيئة في القريب العاجل.

● الأخت الكريمة / نبيلة صغراوي ـ الجزائر

نشكرلك ثنائك العاطر على المجلة، كما يسعدنا إفادتك بإدراج اسمك فى قائمة الإهداءات، وسنحاول تزويدك بالأعداد التى تغطي مواضيع فيزيائية حسب الإمكان.

● الأخ الكريم / عبد القادر الجيلاني نواري ـ الجزائر

نشكرك على رسالتك، ويسعدنا تواصلك معنا وسيتم بإذن الله تعالى تلبية طلبك وتغير عنوانك حسب ماذكرت في رسالتك.

● الأخت الكريمة / عائشة محمد الحاج بو عافية ـ الجزائر

تسلمنا رسالتك ويسعدنا أن نكون أول مجلة تراسلينها، وسنحاول إدراج اسمك في قائمة الإهداءات حسب الإمكان وفي أقرب فرصة، ولك منا الشكر والتقدير.

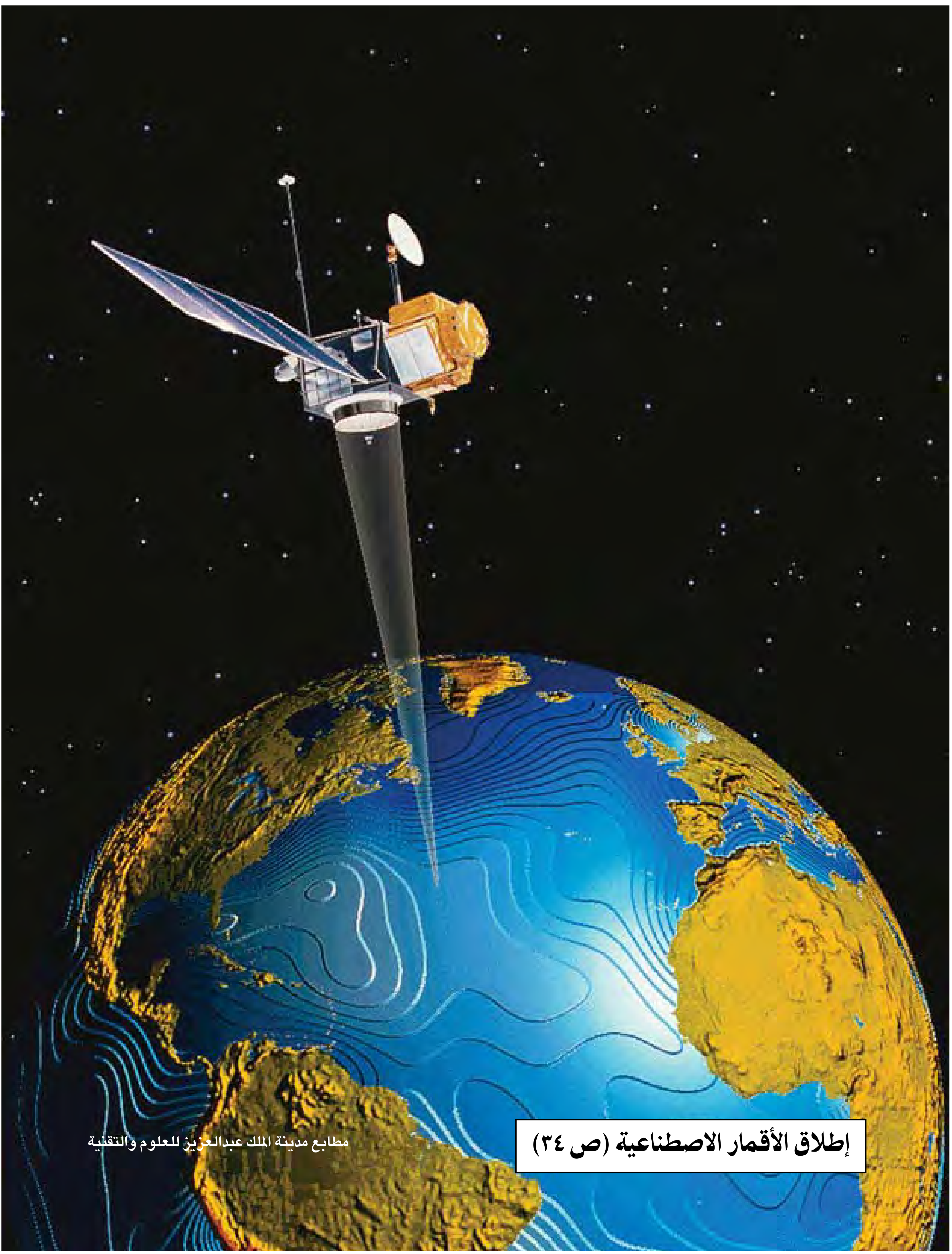
● الأخ الكريم / عامر حجازى ـ الجزائر

تلقينا رسالتك والنموذج المرفق بها، ويؤسفنا إفادتك بأن هذا ليس من اختصاصنا.

● الأخ الكريم / رأس الواد فوزى ـ الجزائر

نشكرك على رسالتك، وسنحاول إدراج اسمك فى قائمة الإهداءات حسب الإمكان.


في
العدد المقبل
الأقمار الاصطناعية
(الجزء الثاني)


مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
إطلاق الأقمار الاصطناعية (ص ٣٤)



مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ● السنة الحادية والعشرون● العدد الحادي والثمانون ● محرم ١٤٢٨هـ/يناير ٢٠٠٧م

الأقمار الاصطناعية

(الجزء الثاني)

- الأقمار العسكرية
- أقمار البحث والإنقاذ
- أقمار الهواة

ISSN 1017 3056

بسم الله الرحمن الرحيم

منهـــاج النشـــر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :-

١- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢- أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣- في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤- أن لايقل المقال عن ثماني صفحات ولايزيد عن أربع عشرة صفحة مطبوعة .

٥- إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

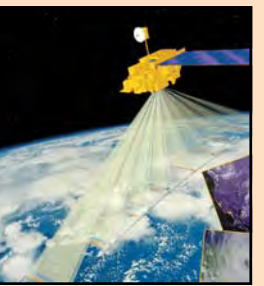
٦- إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

٧- المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويـــات العـــدد

أفمار الاتصالات



أقـمــار الطـقــس



أقمار البحث والإنقاذ



المراســـلات

رئيس التحرير

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية - الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ - الرمز البريدي ١١٤٤٢ - الرياض

هاتف: ٤٨٨٣٤٤٤ - ٤٨٨٣٥٥٥ - ناسوخ (فاكس) ٤٨١٣٣١٣

البريد الإلكتروني : **jscitech@kacst.edu.sa**

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia

العلوم والتقنية





كلمة التحرير

قراءنا الأعزاء

يسعدنا أن نتقدم لقرائنا الكرام بأحر التهاني وأطيب التبريكات بمناسبة حلول عيد الأضحى المبارك، كما يسعدنا تهنئتهم بالعام الهجري الجديد سائلين المولى القدير أن يعيدهما على الأمتين العربية والإسلامية بالعز والتمكين، إنه على ذلك قدير وبالإجابة جدير.

قراءنا الأعزاء

أدت ثورة الأقمار الاصطناعية إلى نقل الإنسان من الأرض إلى الفضاء، ليس بجسمه، ولكن بهيمنته عليها عن طريق الفضاء، فقد أصبح هناك آلاف الأقمار الاصطناعية التي تجوب الفضاء القريب منها والبعيد عنها. وهذه تختلف في مهامها والأهداف المراد منها تحقيقها، فكان لها إيجابيات كثيرة، حيث من إيجابياتها أنها ساهمت مساهمة فعالة في تحقيق رفاهية الإنسان، إذ وفرت الاتصالات السريعة والجيدة، فاختصرت الزمن والمسافة، كما ساهمت في دراسة الطقس والتعرف على الأحوال الجوية، والمساعدة في إنقاذ البشر ووسائل نقلهم من الطائرات والسيارات والسفن في الجو والبر والبحر، إضافة إلى مساهمتها الفعالة في دراسة الأجرام السماوية ونقل صور حية عن أجوائها ومناخاتها وطبيعتها الطبوغرافية. ناهيك عن التطبيقات العديدة في المجالات العسكرية والاتصالات والنقل وتخطيط المدن وغيرها من التطبيقات.

قراءنا الأعزاء

يسعدنا في الجزء الثاني من موضوع "الأقمار الاصطناعية" أن نغطي المواضيع التالية: الأقمار العسكرية، وأقمار الاتصالات، وأقمار الطقس، وأقمار البحث والإنقاذ، وأقمار الهواة، وأقمار الفلك، والأقمار السعودية، إضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد.

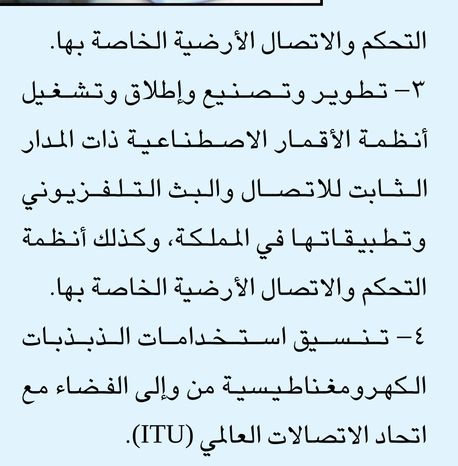
والله من وراء القصد وهو الهادي إلى سواء السبيل،،،

العلوم والتقنية









مركز تقنية الأقمار الاصطناعية

معهد بحوث الفضاء
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

تم تأسيس مركز الأقمار الاصطناعية ـ التابع لمعهد بحوث الفضاء بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ـ في عام ١٩٩٨م ليكون مركزاً وطنياً لنقل وتوطين وتطوير التقنيات المتعلقة بأنظمة الأقمار الاصطناعية بمختلف تطبيقاتها. ويهدف المركز إلى بناء قدرات وطنية في مجالات التقنية المتقدمة المستخدمة في برامج الأقمار الاصطناعية والقيام بالتوعية الاجتماعية اللازمة.

يعمل في المركز خبراء وفنيون سعوديون من حملة الشهادات العليا، وتساندهم كوادر فنية ووطنية متخصصة، ويطبق الأنظمة الفنية والإدارية المتطورة في تنفيذ مهامه.

اختصاصات المركز

يدخل ضمن اختصاص المركز ما يلي:

١- تطوير وتصنيع وأطلاق وتشغيل أنظمة الأقمار الاصطناعية الصغيرة منخفضة المدار، المستخدمة في الاتصالات وتطبيقاتها في المملكة، وكذلك محطات التحكم والاتصال الأرضية الثابتة والمتنقلة.

٢- تطوير وتصنيع وإطلاق وتشغيل أنظمة أقمار الاستشعار عن بعد منخفضة المدار وتطبيقاتها في المملكة، وكذلك أنظمة التحكم والاتصال الأرضية الخاصة بها.

٣- تطوير وتصنيع وإطلاق وتشغيل أنظمة الأقمار الاصطناعية ذات المدار الثابت للاتصال والبث التلفزيوني وتطبيقاتها في المملكة، وكذلك أنظمة التحكم والاتصال الأرضية الخاصة بها.

٤- تنسيق استخدامات الذبذبات الكهرومغناطيسية من وإلى الفضاء مع اتحاد الاتصالات العالمي (ITU).

٥- تصميم وبناء المختبرات والتجهيزات اللازمة لإنتاج الأقمار الاصطناعية.

٦- القيام بالأبحاث العلمية التطبيقة في مجال تقنية الأقمار الاصطناعية.

٧- المساهمة في نشر الوعي العلمي والتقني في المجتمع من خلال القنوات الإعلامية المختلفة، وإقامة البرامج العملية للطلاب المتميزين.

٨- إعداد وتنفيذ برامج تدريبية تقنية متقدمة للمهندسين والفنيين، في مجالات مثل: الاتصالات والإلكترونيات والتحكم والطاقة والتصميم الميكانيكي وأنظمة التصوير الفضائي.

وحدات المركز

يتكون المركز من الوحدات التالية:-

مختبر الغرفة النظيفة:

يتكون هذا المختبر من غرفة فائقة النظافة (Class 10000) بمساحة ٢٠٠ متر مربع يتم فيها بناء الأقمار، وغرفة(Class 1000) بمساحة ٥٠ متر مربع لبناء الأنظمة البصرية.

- **مختبر التحكم**

يحتوى مختبر التحكم على جهاز الطاولة الهوائية؛ لمحاكاة انعدام الجاذبية لاختبار نظام التحكم في اتجاه القمر وتطويره، وكذلك لاختبار أنظمة الاتصال بالقمر.

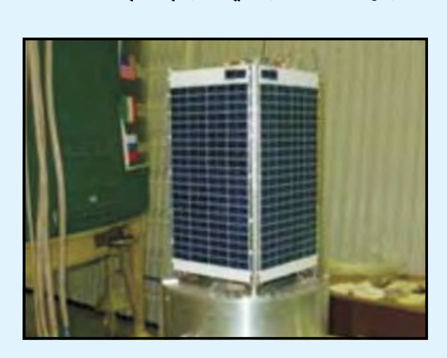
- **مختبر الاتصالات**

يتكون هذا المختبر من الأجهزة اللازمة لتصميم واختبار أنظمة الاتصالات في القمر والمحطات الأرضية وطرفيات الاتصال.

- **معمل الأنظمة الرقمية**

يختص هذا المختبر بتصميم حاسوب القمر والأنظمة الرقمية المرتبطة به.







• الطاولة الهوائية

• مختبر البصريات

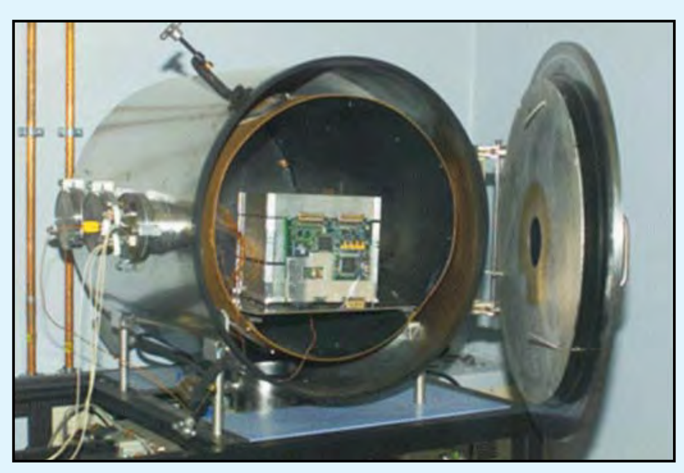
يهدف هذا المختبر إلى تصميم وبناء الأنظمة البصرية الفضائية الخاصة بأقمار الاستشعار عن بعد.

• مختبر الطاقة

يعمل هذا المختبر على تصميم وتصنيع واختبار الخلايا الشمسية المستخدمة في الأقمار الاصطناعية، ويتم فيه اختبار كفاية البطاريات والقيام بعمليات التوافق بينها.

• مختبر التفريغ الهوائي الحراري

يتم في هذا المختبر محاكاة حالة القمر في مداره من حيث الفراغ والتذبذب العالي في درجة الحرارة (٣٠ تحت الصفر إلى ٩٠) تقريباً، حيث تُختبر كل منظومة على حدة للتأكد من سلامة مكوناتها قبل الإطلاق. كما يمكن اختبار القمر الاصطناعي كاملاً ـ ما أمكن ـ في حدود الحيز المتوفر في آلة محاكاة الفراغ.



• اختبار التفريغ الهوائي الحراري

• مختبر الاهتزازات الميكانيكية

يختبر القمر أو أحد أنظمته على طاولة الاهتزازات؛ لمعرفة مدى تحمله للاهتزازات أثناء الإطلاق وتجاوز الأعطاب الناتجة عن ظروف الإطلاق.

• مختبر اللحام:

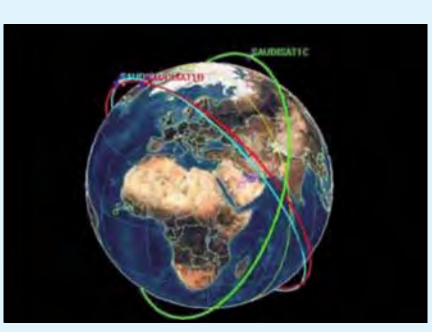
يتم في هذا المختبر تلحيم القطع الإلكترونية السطحية الدقيقة لأنظمة القمر التي تحتاج إلى مهارة عالية جداً في تنفيذها.

• غرفة التجهيزات الميكانيكية:

تحتوي هذه الغرفة على العدد والأجهزة الميكانيكية اللازمة للقطع والحفر للقمر الاصطناعي.

• المحطات الأرضية

يشغل المركز محطتين أرضيتين للاتصال بالأقمار الاصطناعية، تتولى المحطة الأولى: التحكم في واستقبال صور أقمار الاستشعار عن بعد السعودية، حيث تتابع المحطة الأقمار وتتحكم في تشغيلها وإعطاء الأوامر لها واستقبال بياناتها. أما المحطة الثانية: فتتولى تشغيل أقمار الاتصالات السعودية، واستقبال وإرسال المعلومات. وتحتوي المحطات على أجهزة الإرسال والاستقبال و هوائيات وأجهزة توجيهها.





إنجازات المركز

قام المركز بتصميم وبناء وإطلاق ستة أقمار اصطناعية خلال الخمس سنوات الماضية، كما قام بتصميم وبناء طرفيات للاتصال بالأقمار الاصطناعية الصغيرة بالإضافة إلى محطات أرضية للتحكم والاتصال بها . ويستعد المركز لإطلاق ستة أقمار في بداية عام ٢٠٠٧م، أحدها قمر متطور للاستشعار عن بعد استغرق العمل فيه أربع سنوات.

وتتركز نشاطات المركز الحالية على الاتجاه العالمي نحو استخدام الأقمار الاصطناعية الصغيرة والمتوسطة الحجم في المدارات المنخفضة لأغراض الاتصالات و الاستشعار عن بعد. وتقدم مجموعة من هذه الأقمار تغطية أرضية أكبر، وبتكلفة أقل من أقمار المدار الثابت؛ وذلك لانخفاض تكلفة الإطلاق (لانخفاض الارتفاع وصغر الحجم والوزن)، وللمرونة في متطلبات ومواصفات القطع المكونة للقمر، إضافة إلى ذلك فإن محطات الاستقبال اللازمة تكون صغيرة الحجم وقليلة الاستهلاك للطاقة مما يجعلها ذات قيمة تجارية مجدية.



الأقمار العسكرية

م.عبدالعزيز الصقير
ياسر المرشود

كانت الاستخدامات العسكرية للفضاء هي الحافز الرئيسي للبرامج الفضائية في كل دول العالم، إذ إن معظم الأقمار الاصطناعية الأولى كانت ذات تطبيقات استطلاعية وتجسسية، وهي شبيهة الأقمار المدنية، غير أنها أكثر دقة وتعقيداً.

تمثل الأقمار الاصطناعية عاملاً مهماً في التطبيقات العسكرية، لأنها تغطي العالم كله، ويمكن من خلالها مراقبة العدو في أي مكان وزمان، ولا يمكن الاستعاضة عنها بأنظمة أكثر كفاية. فالأقمار تراقب ما يحدث على سطح اليابسة، وفي أعماق المحيطات، وآفاق السماء، في كل الأوقات والظروف، كما تمثل حلقة الوصل بين القيادة والوحدات الميدانية سواء كانت برية أو بحرية أو جوية، وتساعد الجيوش في معرفة مواقع وحداتها، وأهداف العدو، والتشديد عليها بدقة؛ مما جعل الفضاء رابع الميادين العسكرية بجانب الميادين التقليدية الثلاثة: البر والبحر والجو.

أدى استخدام الأقمار الاصطناعية في الاستطلاع والإنذار المبكر والاتصالات والملاحة إلى تقليص حجم الجيوش نتيجة لزيادة قدرتها القتالية، ومضاعفة تأثيرها الهجومي والدفاعي، كما ساعدت المعلومات الدقيقة والسريعة في تقليص استنفار القوات من ناحية العدد والزمن، وأصبحت الحرب الحديثة جوية وفضائية، وبالتالي قل الاعتماد على الحرب البرية والبحرية. وتغيرت معها الكثير من الخطط التعبوية والتكتيكية؛ نظراً لأن عناصر الحرب الفضائية تتحرك بعيداً عن مجال المواجهة الميدانية المباشرة. كما أن هذه الأقمار غيرت بعض المفاهيم العسكرية حيث جعلت عنصر المفاجئة. كان أهم مبادئ الحرب ـ أقل أهميةلصعوبة إخفاء العمليات العسكرية عند الأقمار الاصطناعية. ومنذ بداية عصر الفضاءعرف كل من الأمريكيين والسوفييت عدد ومواقع الصواريخ العابرة للقارات للطرف الآخر. وامتلك كل منهما أنظمة إنذار مبكر ضد هذه الصواريخ، وتنصت كل منهما على الآخر بالتقاط المكالمات الهاتفية وإشارات الراديو والرادار.

تحمل الأقمار العسكرية أنظمة متطورة جداً لا يوجد لها شبيه في الأقمار المدنية، والتي عادة ما ترث التقنية العسكرية بعد الاستغناء عنها، ولذا تعد تكلفة الأقمار العسكرية أكثر من المدنية. ويرجع ذلك إلى أن الأقمار العسكرية تمتاز بأنظمة آمنة من التشويش والالتقاط، وتحمل أنظمة إضافية احتياطية؛ لأن انقطاع العمل لدقائق قد يؤدي إلى الهزيمة العسكرية، كما تتحمل الهجوم عليها بالوسائل الكهرومغناطيسية، مثل: الليزر، أو الإشعاعات النووية، أو الجسيمات الصغيرة، إضافة إلى احتوائها على أنظمة للكشف عن أي تهديد.

تقوم الأقمار الاصطناعية العسكرية بالأنشطة الرئيسية التالية:

الاستطلاع والمراقبة

توفر أقمار الاستطلاع والمراقبة (Reconnaissance and Surveillance) العسكرية معلومات استخبارية عن الأنشطة العسكرية والاقتصادية للدول الأخرى، وقد تزايد الاعتماد عليها بعد النجاح الذي لاقته أولى الأقمار الاصطناعية في الاستطلاع والتصوير والتقاط الإشارات، حتى أصبحت المصدر الرئيس لهذه العمليات، فوجودها لا يخلق حالات تأهب عسكرية أو أزمات سياسية بين الدول، كما هو الحال عند اكتشاف طائرة تجسس معادية. كما أن مداراتها تقع خارج المجال الجوي للدول، وخارج نطاق أسلحة الدفاع الجوي، وتقوم بمهماتها باستمرار في جميع الأحوال الجوية، وتستطيع تغطية مناطق شاسعة من الأرض بسرعة تفوق سرعة الطائرات بعدة مرات.

هناك ثلاثة أنواع من أقمار الاستطلاع، هي:

أقمار الاستطلاع البصري

تولى أقمار التصوير البصري والراداري عمليات التصوير والمراقبة للقواعد العسكرية والأهداف الاستراتيجية؛ لتمكين القادة العسكريين من رؤية الأحداث لحظة وقوعها، فهي تمثل عيون القادة العسكريين، وهي التي تقوم بمعظم العمليات الاستطلاعية من خلال ما يلي:

* **أقمار الاستطلاع البصري**، وهذه تعطي صوراً تصل دقتها إلى بضعة سنتيمترات، وهي شبيهة بأقمار الاستشعار عن بعد المدنية، ولكنها أكثر دقة وتعقيداً وقابلية للتوجيه والمناورة. تقوم محطات معالجة الصور الأرضية بتحليل الصور بالاستعانة بحاسبات فائقة السرعة لتحديد العناصر الخفية في الصورة؛ لأن الأقمار تتيح مراقبة شبه دائمة للأهداف فيمكن معرفة الكثير من المعلومات بمقارنة الصور الحديثة بالقديمة.

تدور معظم أقمار الاستطلاع البصري ـ الراداري كذلك ـ في مدارات منخفضة، وعند مرور القمر فوق منطقة مستهدفة فإنه يصور شريطاً ضيقاً من هذه المنطقة، لذا لا يمكن تغطية منطقة معينة طيلة ٢٤ساعة إلا بوجود عدة أقمار تتعاقب للتغطية الدائمة. وتحمل معظم أقمار الاستطلاع البصري محركات دفع لتغيير مدار القمر ليصور منطقة أحداث مهمة فيما يعرف بالمناورة.

تحمل بعض أقمار الاستطلاع البصري مستشعرات بصرية تلتقط الصور الأرضية وترسلها لاسلكياً إلى المحطات الأرضية الثابتة أو المتحركة. تستطيع تلك الأقمار تصوير الأماكن المكشوفة خلال النهار والأجواء الصافية بدقة عالية جداً.

من أبرز أقمار الاستطلاع البصري ما يلي:

– **الأقمار الأمريكية:** وقد بدأت بأقمار برنامج دسكفر (Discover) الأمريكي الذي بدأ في عَام ١٩٦٠م بإطلاق القمر (SAMOS) الذي كان يحمل كاميرا في كبسولة يتم إسقاطها على الأرض عند انتهاء عمليات التصوير واستعادة الفيلم منها.

احتاج القمر إلى ٤٠٠٠ صورة لمسح كامل الاتحاد السوفييتي، حيث بلغت مساحة الصورة الواحدة ١٢٠ كم مربع. تلا ذلك إطلاق سلسلة أقمار كورونا (Corona) التي أُطلق منها أكثر من ١٤٠ قمراً بين عامي ١٩٦٠ و ١٩٧٢ سميت فيما بعد بأقمار كي هول (Key Hole).

تعد سلسلة أقمار كي هول ـ ١٢ (KH-12) أحد أهم أقمار الاستطلاع الحديثة، فهو بحجم التلسكوب الفضائي هبل (Hubble)، وقد تجاوزت تكلفته البليون دولار ويصور بدقة ١٠ سم. أطلق أول أقمار كي هول –١٢ في عام ١٩٩٠م على ارتفاع ٢٠٠كم، والثاني في ١٩٩٢م، والثالث في ١٩٩٦م في مدار إهليجي ١٥٣×٩٤٩ كم وبزاوية ميل ٩٧,٩ درجة، ويزن ١٩,٦ طن.

– **الأقمار الروسية:** وتعد من أكثر أنواع أقمارالاستطلاع البصري الروسية نشاطاً فقد تجاوز عددها الألف قمر، حيث كان الاستخدام العسكري أهم أوليات السوفييت عند بداية عصر الفضاء، كما كان هو الدافع لنشاطاتهم الفضائية. وحتى عام ١٩٩٦م أطلق الروس ٨٠٤ أقمار استطلاع فشل ٣٤ منها في الوصول لمداره، حيث تراوحت مهمات الأقمار بين بضعة أيام إلى سنتين.

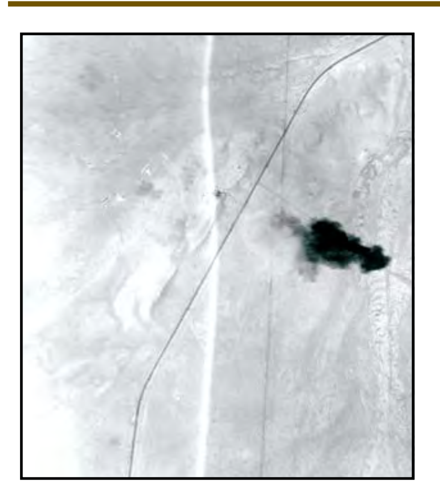
– **أقمار الدول الأخرى:** وتعُد الصين ثالث دولة تصور الأرض، فقد أطلقت عدداً من أقمار التصوير التي تسقط بعد إكمال مهمتها، حيث أطلقت الصين ٢٠ قمراً من نوع (FSW) عبر أربعة أجيال بين عامي ١٩٧٤ و٢٠٠٤م. تكونت أقمار الجيل الرابع ـ تصور بدقة متر واحد ـ من ثلاثة أقمار عملت بين ١٨ و٢٧ يوما. وقد سقط آخرها على سقف أحد المنازل، كما أطلقت ثلاثة أقمار استطلاع بصري من نوع (ZY)، وكان آخرها في أواخر عام ٢٠٠٤م. ورغم إنكار الصين لمهمة القمر العسكرية، فإن المراقبين الغربيين يعتقدون أن القمر يستطيع التصوير بدقة أقل من المترين.

تشغل وكالة الفضاء الفرنسية أقمار الاستطلاع (Helios 1A/1B)، وهي شبيهة بقمر الاستشعار عن بعد (SPOT)، وقد بلغت تكلفتها بليوني دولار. يدور القمر (Helios) في مدار متزامن على ارتفاع ٦٧٥ كم وبزاوية ميل ٩٨,٢ درجة، ويزن ٢٥٠٠ كجم. تصل دقة صور هذا القمر إلى أقل من متر. كما تملك كل من ألمانيا وإسرائيل والهند واليابان أقمار استطلاع متفاوتة الدقة.



\ شكل (١) صورة من القمر KH-12 للصين

وبالرغم من تطور أقمار الاستطلاع البصري إلا أنها لا تستطيع التصوير في الأجواء الغائمة أو في الليل، وهو القصور الذي تعاني منه جميع أقمار التصوير البصرية العسكرية والمدنية. وقد واجهت

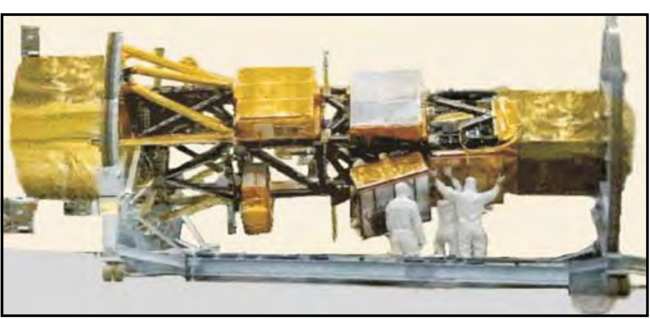


\ شكل (٢) صورة خلال حرب الخليج الثانية عام ١٩٩١م توضح إصابة منصة لصاروخ سكود قرب القبيسة في العراق.

الاستخبارات الأمريكية مشكلة في الاستطلاع على الاتحاد السوفيتي لوجود سحب كثيفة فوق الأراضي السوفيتية معظم أيام السنة. ولحل هذه المشكلة لجأ العلماء إلى تطوير أقمار الاستطلاع الرادارية.

\ **أقمار الاستطلاع الراداري:** تمثل صور هذه الأقمار انعكاسات أشعة الرادار الصادرة من القمر والموجهة نحو الأرض. تلتقط مستشعرات القمر هذه الانعكاسات، ثم ترسلها إلى المحطات. تمتاز الأقمار الرادارية بالقدرة على رصد الأهداف الأرضية في المساء، واكتشاف بعض الأهداف التي تحتها، وتحركات المدرعات والصواريخ المخبأة تحت الأشجار وفي جميع الظروف الجوية، حيث إن إشارات الرادار تخترق السحب والدخان. وهذه الميزة تفتقدها الأقمار ذات المستشعرات البصرية مع أنها الأكثر دقة ووضوحاً.

أطلقت الولايات المتحدة سلسلة الأقمار الرادارية لاكروس (Lacrosse) ـ تغير اسمها لاحقاً إلى (ONYX) ـ التي تصور بدقة أقل من ٢ م. وهذه الدقة كافية لتصوير معظم الأنظمة والآليات العسكرية. أطلق أول هذه الأقمار في ١٩٨٨م على ارتفاع ٤٤٠ كم والرابع في عام ٢٠٠٠م على ارتفاع ٦٩٠ كم، وهو يزن ١٥ طناً ويحمل هوائي قطره تسعة أمتار، ويبلغ عرض القمر شاملاً الألواح الشمسية ٤٥ م.



\ شكل (٣) القمر (Lacrosse).

\ أقمار استطلاع الإشارات

تقوم أقمار استطلاع الإشارات (Signal Intelligence) بالتنصت على الاتصالات العسكرية والمدنية وأجهزة الرادار، وتستهدف مراقبة والتقاط ما تبثه الأجهزة الإلكترونية في القواعد العسكرية والأجهزة الحكومية والأنشطة الاقتصادية، فهي تتنصت على كل ما يُبث في الارض والبحر والجو وحتى الفضاء، ولذا فإنها تمثل أذن القادة العسكريين.

تحمل أقمار استطلاع الإشارات أجهزة استقبال متطورة وحساسة جداً، يمكنها التقاط الإشارات السلكية (مثل المكالمات الهاتفية ورسائل الفاكس)، والإشارات اللاسلكية (مثل إشارات الراديو والرادار وحتى إشارات الأقمار الأخرى). تسجل الأقمار كل المعلومات الملتقطة وترسلها إلى إحدى محطات التحكم الأرضية لتحليلها. وعادة يتم معالجة هذه الإشارات لاستخلاص المعلومات الأساسية منها والبحث آلياً عن كلمات أو بيانات معينة، فهي تكشف أسرار الآخرين (الأعداء والأصدقاء على حد سواء) حتى لو تعذر على أجهزة تحليل المعلومات فك الشفرة، فموقع الاتصال وكمية المعلومات وفترات السكون تكشف عن الكثير.

تكشف أقمار استطلاع الإشارات مواقع أجهزة الرادار وأجهزة الاتصالات العسكرية ونوعها، فتتيح معرفة تشكيل القوات، ومواقع مراكز القيادة والسيطرة، ووضع الاستعداد العسكري لها، ولها دور بارز في الحرب الإلكترونية، من خلال التقاط تردد الإشارات الإلكترونية وسرعة البيانات وطريقة التضمين وخواص الإشعاع. كما تكشف نقاط ضعف أنظمة العدو ونوعية أنظمة الحماية ضد الإعاقة الإلكترونية.

بدأت الولايات المتحدة في إطلاق أقمار استطلاع الإشارات مع بداية عصر الفضاء بالقمر (Ferret) واستمرت في إطلاق أجيال متعاقبة منها، ولكنها محاطة بستار كثيف من السرية، وجميع مصادر معلوماتها غير رسمية.

تلا ذلك أجيال عديدة أكثر تطورا. ويعد برنامج إيشلون (ECHELON) الأمريكي ـ تقوم بتشغيله وكالة الأمن القومي (NSA) ـ أهم برنامج التقاط إشارات في العالم. تلتقط أقمار إيشلون إشارات الأقمار الاصطناعية الأخرى وشبكات الميكروويف الأرضية والهاتف النقال والاتصالات السلكية. يتكون البرنامج من عدد من الأقمار، ومحطات أرضية موزعة حول العالم في الولايات المتحدة وبريطانيا وألمانيا وأستراليا. تقع المحطة الرئيسية في بكلي (Buckly) في ولاية كلورادو.

تُرسل الأقمار بياناتها إلى أحد المحطات الأرضية مباشرة أو من خلال أقمار اتصالات عسكرية ثم تصل إلى قاعدة بكلي لتحليلها.

أطلق الاتحاد السوفييتي – روسيا فيما بعد– أكثر من ٢٠٠ قمر مخصصة لاستطلاع الإشارات، كما حملت بعض الأقمار الأخرى (مثل أقمار الاستطلاع البصري) أجهزة استطلاع إشارات كمهمات ثانوية.

تنقسم مهمات أقمار استطلاع الإشارات إلى قسمين حيث يمكن لبعض الأقمار أن تقوم بإحداهما، بينما تقوم الأخرى بكليهما، وهما:

*** استطلاع الاتصالات (Communication Intelligence - COMINT):** وهو التنصت المستمر على أنظمة الاتصالات السلكية واللاسلكية، وتشمل الاتصالات الصوتية والرقمية الأرضية والفضائية.

*** الاستطلاع الإلكتروني (Electronic Intelligence-ELINT):** وهو الكشف عن مواقع الأجهزة الإلكترونية وخواصها، وتشمل أنظمة الرادار وأنظمة التحكم والسيطرة وأنظمة الحرب الإلكترونية.

أقمار الاتصالات والمساندة

تقوم أقمار الاتصالات والمساندة بدور مساعد ومكمل لأقمار الاستطلاع، كتحويل المعلومات والصور من أقمار الاستطلاع إلى الأرض عندما يتعذر الاتصال المباشر بين المحطات الأرضية وأقمار الاستطلاع؛ وذلك لأن معظم أقمار الاستطلاع تدور في مدارات منخفضة؛ فلا تتمكن محطات الاستقبال الأرضية الخاصة بها من التقاط معلوماتها دائماً، لذا فإن غالبية أقمار الاتصالات العسكرية تكون في المدار الثابت.

تطورت أقمار الاتصالات العسكرية خلال العقود الماضية فتشعبت مهماتها وتعددت أنواعها. ومع ذلك فإنه يمكن القول إن هذه الأنواع تقدم ثلاث مستويات من الاتصالات وهي: الميدانية (التكتيكية)، والعريضة النطاق، والمحمية، ولكل منها مواصفات خاصة بتصميم القمر والمحطات الأرضية والتطبيقات المكنة.

يكون الاتصال ـ عند الحاجة لنقل الاتصالات الصوتية من خلال أجهزة صغيرة ومحمولة (اتصالات ميدانية) ـ عبر الترددات في نطاق (UHF) هو الوسيلة المثلى، لأن الأجهزة العاملة في هذه الترددات صغيرة ومتحركة وزهيدة الثمن لكن أنظمة الحماية من التشويش ضعيفة الفعالية.

من جانب آخر: تتطلب اتصالات القيادة والسيطرة (المساندة والتكتيكية) قنوات اتصال عالية السعة وهذا ما توفره أجهزة الاتصالات عبر نطاق (SHF) والتي تكون فعاليتها ضد التشويش أفضل من سابقتها، لكن أجهزتها أقل مرونة في الحركة

وأقمارها أكثر كلفة.

ترسل الأقمار العريضة النطاق الاشارات إلى محطات أرضية كبيرة ثابتة أو متنقلة، يكون الاتصال عادة بسرعات متوسطة أو عالية. تتطلب اتصالات القيادة والسيطرة الاستراتيجية وسائل اتصال آمنة متحركة وذات سعات متعددة، ولذا تستخدم الأقمار العاملة على النطاق الترددي (EHF) التي توفر اتصالات أكثر فعالية ضد التشويش من سابقتيها ومرونة عالية في الحركة وسعة متوسطة، إلا أن تكلفتها باهظة جداً.

في بداية عصر الفضاء كانت أقمار الاتصالات العسكرية تجريبية وفي المدارات المنخفضة، وقد تم تطويرها لاكتساب الخبرة في أساسيات الأقمار الاصطناعية ولفحص إمكانيات الأقمار في أغراض الاتصالات، ثم أصبحت الأقمار اللاحقة تؤدى خدمات عسكرية فعلية.

كان القمر الأمريكي سكور(SCORE) ـ أُطلق في عام ١٩٥٨م ـ أول قمر اتصالات عسكري، وكان هدفه الأساسي هو: إثبات مقدرة الصاروخ أطلس على الوصول إلى الفضاء. وكان الهدف الثانوي هو: تجربة نظام اتصالات فضائي. ومن أهم أقمار الاتصالات العسكرية ما يلي:

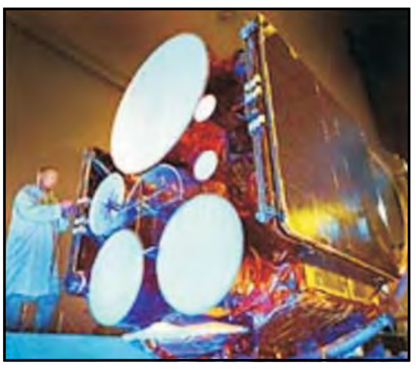
\ الأقمار الأمريكية

من أبرز أقمار الاتصالات والمساندة في الولايات المتحدة ما يلي:

* **نظام دسكس:** (Defense Satellite Communications -DSCS)

ويعد نظام الاتصالات الأساس للجيش الأمريكي، وهو عريض النطاق، ويستخدم في حالة الاتصال بين الرئيس وقيادة الأسلحة النووية، ويتكون حالياً من خمسة أقمار في المدار الثابت بالإضافة إلى قمرين احتياطيين. تنقل أقمار هذا النظام الصور والمعلومات بين المواقع العسكرية في القواعد والسفن والطائرات.

يوفر هذا النظام اتصالات صوتية ونقل بيانات في النطاق إكس (٧–٨ جيجاهيرتز) مُعمّاة وآمنة ضد التشويش، كما يوفر



الاتصالات الهاتفية الفضائية المباشرة ونظاماً للإنذار المبكر. تستطيع الأقمار توفير الاتصالات للوحدات الميدانية عبر محطات متنقلة ذات هوائي بقطر ٢,٤ م، يمكن لثلاثة جنود تركيبها خلال نصف ساعة.

* **نظام** (Global Broadcast Service - GBS):

ويقدم خدمات اتصالات عريضة النطاق لكل القطاعات العسكرية الأمريكية. يتكون النظام من أربعة مستجيبات ترسل على تردد ٢٠ جيجا هيرتز، وتستقبل على تردد ٣٠ جيجا هيرتز ـ نطاق كي إي (Ka-band) ـ وبسرعة بيانات تصل إلى ٢٤ ميجا بت/ثانية وبطاقة ١٣٠ واط . ترسل هوائيات القمر لتغطية دائرة قطرها ١٠٠٠ كم، وتستطيع محطات ذات هوائيات بقطر ٦٠ سم الاتصال بالقمر بسرعة ٢٤ ميجا بت/ثانية.

* **نظام** (Gapfiller): وهو نظام يقدم خدمات اتصالات عريضة النطاق، ويحمل تسع مستجيبات في النطاق إكس، وعشرة في النطاق كي إي لتوفير اتصالات عريضة لعربات متحركة وأنظمة ميدانية. تبلغ سرعة الاتصال ٢٤٠٠ ميجا بت/ثانية، وهي سرعات يتجاوز فيها قمر واحد من أقمار (Gapfiller) قدرات أقمار (DSCS) و (GBS) مجتمعة.

* **نظام عريض النطاق** (Advanced wideband system): وهو نظام جديد للاتصالات يحل بديلاً عن الأنظمة السابقة (DSCS) و (GBS) و (Gapfiller). سيتكون النظام من ثلاثة أقمار ستبدأ في الخدمة في عام ٢٠١٠ م تحت اسم

يسمح النظام للأقمار بالاتصال ببعضها (Crosslink) عبر الليزر ومع الأرض في النطاقات (SHF) و (EHF).

* **نظام ملستار** (Milstar): ويتكون من خمسة أقمار في المدار الثابت للاتصالات العسكرية الأمريكية، وهي من الأقمار المحمية وتقدر كلفته بحوالي ٢٢ بليون دولار، ورديفاً لنظام دسكس، حيث يوفر الاتصال للعمليات الميدانية والاستراتيجية مع القواعد والقاذفات والغواصات والطائرات والمركبات والأفراد. تمتاز أقمار ملستار بالمرونة في قدرتها على توفير اتّصالات عبر أنواع عديدة من الأجهزة الأرضية، وفي أي مكان في العالم.

حملت أقمار الجيل الثاني (Block II) من نظام ملستار ـ بدأت عام ١٩٩٥م ـ أجهزة للاتصالات منخفضة ومتوسطة السرعة لتعطي مرونة في الاتصال، حيث يستطيع أي قمر توفير ٣٢ قناة اتصال متوسطة السرعة، و١٩٢ قناة منخفضة السرعة. كما تستطيع الاتصال بأجهزة أرضية منقولة بالعربات أو محمولة يدوياً، تتصل بمحطات ثابتة أو محمولة على طائرات أو سفن أو غواصات.

تختلف هوائيات هذه الأجهزة والمحطات حيث يتراوح قطرها بين ١٤ سم وثلاثة أمتار.

تعد أقمار ملستار أول أقمار تحمل نظام معالجة الإشارة، سواء كانت عسكرية أو مدنية. يسمح هذا النظام للقادة بتأسيس شبكة اتصالات ذات متطلبات متغيرة خلال دقائق فقط. تستطيع أقمار ملستار



الاتصال ببعضها (Crosslink) عبر ترددات لا تستطيع المحطات الأرضية التقاطها؛ لأن الغلاف الجوي للأرض يمتص الإشارات على هذه الترددات. لذا تستطيع محطة أرضية واحدة التحكم بجميع الأقمار مع أن بعضها خارج منطقة تغطية المحطة.

تعد أقمار ملستار أول الأقمار التي تستخدم تقنية .(Frequency Hopping -FH) يرسل القمر للأرض على تردد ٢٠ جيجا هيرتز ويستقبل على تردد ٤٤ جيجا هيرتز ويستخدم التردد ٦٠ جيجا هيرتز للاتصال بين الأقمار في النظام.

* **أنظمة أخرى:** ومنها ما يلي:

- **يو إف أو (UFO)** : وتستخدمه البحرية الأمريكية لتوفير اتصالات بين السفن الحربية والغواصات والطائرات والقيادة.

لاتستطيع محطة أرضية من الاتصال بقمر في المدار المنخفض أو بالمكوك أو المحطات الفضائية إلا في أوقات محددة من اليوم، وذلك لأن القمر يتحرك بالنسبة للمحطة، وعند مروره فوقها فإن الوقت المتاح للاتصال يكون محدوداً جداً، ويعتمد على ارتفاع القمر (حوالي أربع مرات في اليوم، ومن ٥ إلى ١٠ دقائق في كل مرة).

تحتاج المحطات الأرضية لنقل معلومات وإشارات التحكم الأرضية للأقمار منخفضة المدار أو المكوك الفضائي أو المحطة الفضائية الدولية بصفة مستمرة.

- **نظام:** (Tracking and Data Rely Satellite - TDRS) وقد أنشيء في عام ١٩٨٣م ليكون حلقة الوصل بين المحطات الأرضية والأقمار منخفضة المدار. يتكون النظام من سبعة أقمار في المدار الثابت ومحطتين أرضيتين، ويقدم اتصال عالمي، وتحويل معلومات أقمار الاستطلاع العسكرية وأقمار الإنذار المبكر والمكوك الفضائي وتلسكوب هابل، وحتى الطائرات والبالونات. عند إطلاق أول قمر عام ١٩٨٣م كان أكبر أقمار الاتصالات وأكثرها تطوراً.

تستطيع الأقمار نقل بيانات بسرعة عالية تتجاوز ٨٠٠ ميجا بت / ثانية، وذلك في نطاق (Ka) في الإشارة الهابطة. أما الصاعدة فتبلغ ٢٥ ميجا بت / ثانية. أما في نطاق (C) فتتراوح سرعة الاتصال بين ٠,٣ و٦ ميجا بت / ثانية.

تستطيع أقمار (TDRS) الاتصال بأكثر من ٢٦ قمراً في آن واحد عبر هوائيين متحركين بقطر خمسة أمتار في النطاقين (S) و (Ku)، وتتغير منطقة تغطية الهوائي في نطاق (S) إلكترونياً، بحيث يستطيع استقبال المعلومات من ٢٠ قمراً في الوقت نفسه. كما يمكن للقمر أن يتصل بالأرض عبر هوائي قطره متران في النطاق (Ku)، إضافة إلى أن الأقمار الأخيرة تحمل أجهزة اتصالات في النطاق (Ka).

أقمار الدول الأوربية

لم تصل أقمار الاتصالات العسكرية الأوربية إلى مستوى الأقمار الأمريكية، بل إن الفجوة بينهما تزداد اتساعاً مع مرور الأيام، حيث إن الفرق في التقنية والميزانية كبير جداً، فميزانية البحث والتطوير العسكري في الولايات المتحدة تبلغ أربعة أضعاف مثيلاتها في دول أوروبا مجتمعة.

تملك بريطانيا سلسلة من أقمار سكاي نت تدور في المدار الثابت، وتقدم هذه الأقمار اتصالات عسكرية وحكومية آمنة من التشويش بين أجهزة ثابتة ومحمولة في البر والبحر. جمعت بعض الدول الأوربية الاتصالات العسكرية والمدنية في أقمار تؤدي المهمتين، وذلك بسبب القدرات التقنية الفضائية المتوسطة المستوى لكل دولة والاحتياجات العسكرية المحدودة. بنت وزارة الدفاع الفرنسية نظام (Syracuse) للاتصالات العسكرية وحُمل على أقمار الاتصالات التجارية الفرنسية (Telecom). أُسندت مهمة تشغيل وإدارة الجزء المدني إلى هيئة الاتصالات الفرنسية.

المراقبة والإنذار المبكر

أدى التخوف من حرب نووية مباغتة إلى إنشاء نظام فضائي للإنذار المبكر ضد أي هجوم صاروخي، من خلال مراقبة أرض العدو لاكتشاف أي صاروخ ينطلق منها. تحمل معظم أقمار الإنذار المبكر مستشعرات حرارية تلتقط وهج الصاروخ المنطلق، كما تحمل هذه الأقمار تلسكوبات ذات قدرة تكبير عالية للكشف البصري عن الصواريخ. وبفضل أنظمة معالجة وتحليل المعلومات المعقدة في القمر يمكن اكتشاف الصواريخ بسرعة ودقة.

تملك الدول المتقدمة مراكز أرضية ضخمة تحتوي على أنظمة تحليل متطورة وقواعد بيانات ضخمة وتفصيلية عن أنواع الصواريخ، ووهج كل نوع، وأطوال الموجات الحرارية (الموجات تحت الحمراء) ومداها، ومواقع قواعد الإطلاق الثابتة والمحمولة على سفن وغواصات. وتجري معظم الأبحاث الحالية لزيادة حساسية هذه المستشعرات كي تستطيع الأقمار اكتشاف الصواريخ بسرعة وبدقة.

عند التحقق من جدية التهديد يرسل مركز القيادة والسيطرة إنذارات للجهات المعنية للتعامل مع التهديد بجدية حتى يثبت العكس. تعتمد سرعة اكتشاف الصاروخ على دقة أنظمة الإنذار المبكر الفضائية، فالصاروخ يستغرق أقل من عشرين دقيقة لبلوغ هدفه إذا انطلق من قواعد أرضية بعيدة وأقل من عشر دقائق إذا انطلق من قواعد قريبة أو غواصات، وعليه يجب أن تلتقط مستشعرات القمر الحرارة المنبعثة من وهج الصاروخ خلال ثوان من انطلاقه ليتمكن القادة من التعامل مع التّهديد.

يعد نظام (MIDAS) الأمريكي أول نظام إنذار مبكر. بدأ هذا النظام في عام ١٩٦١م واستخدم مستشعرات تحت حمراء لمراقبة الصواريخ، وتطورت هذه الأنظمة إلى ما يعرف حالياً بنظام دي إس

بي(DSP) للإنذار المبكر (Defense Support Program Satellite Early Warning System).

تحمل أقمار الجيل الثالث من المنظومة تلسكوب بطول أربعة أمتار مع ٦٠٠٠ كاشف حراري. كما يحمل القمر الذي يزن ٢٣٥٠ كجم كواشف نووية وجزيئية (Particle detectors) وتحمل الأقمار أنظمة اتصال ليزر لمنع التشويش والالتقاط، كما تقوم حاسبات القمر بإدارة أنظمته والمحافظة على مداره. تحمل الأقمار أنظمة إنذار لاكتشاف الأجسام الغريبة التي تقترب منها، كما يوجد بها أنظمة للحماية ضد التهديدات الخارجية، مثل أنظمة الحماية ضد أسلحة الليزر.

يتكون نظام (DSP) حالياً من ثلاثة أقمار، قمر يراقب شرق الكرة الأرضية وقمرين يراقبان غربها. كما تقوم ثلاثة مراكز أرضية بالتحكم بالأقمار واستقبال الإنذارات. يقع المركز الرئيس في قاعدة بكلي في ولاية كلورادو الأمريكية والآخران في أستراليا وأوربا.

تزمع القوات الجوية الأمريكية إنشاء نظام إنذار حديث يتكون من أربعة أقمار في المدار الثابت واثنين في مدار إهليجي مرتفع وأكثر من ٢٠ قمراً في المدار المنخفض. يهدف النظام الجديد إلى الإنذار ضد الصواريخ الاستراتيجية (البعيدة المدى) والصواريخ المتوسطة المدى، كما يهدف إلى الحماية من الصواريخ. ستتمكن الشبكة من تحديد نوع التهديد بدقة عالية جداً، بحيث إنها ستميز بين التهديد الفعلي والأهداف المدنية أو الأهداف التمويهية.

كانت أولى التجارب السوفييتية في عام ١٩٧٢م، مع القمر (Oko) في مدار مولنيا (٣٠٠٠×٤٠٨٠٠كم)، وبدأ العمل فعلياً في نظام الإنذار المبكر عام ١٩٧٦م، ولكنه لم يكتمل إلا عام ١٩٨٠م، عندما حوت الشبكة تسعة أقمار تدور في تسعة مستويات مدارية، يفصل بين كل مستويين متجاورين ٤٠ درجة، ويكمل كل قمر دورتين حول الأرض في اليوم. حمل القمر تلسكوب بقطر ٣٠-٥٠ سم ومستشعرات حرارية، ويرسل القمر الصور مباشرة لمحطات الاستقبال الأرضة.

عزز الاتحاد السوفييتي في عام ١٩٨١ منظومة الإنذار المبكر بإضافة أقمار (Prognoz) تتكون المنظومة من بضعة أقمار في المدار الثابت. اكتملت شبكة الإنذار المبكر الروسية بوجود تسعة أقمار (Oko) وأربعة من أقمار (Prognoz) التي أُطلق منها ١٢ قمراً حتى عام ٢٠٠٣م.

الأقمار الحربية

تحكم قرارات الأمم المتحدة استخدامات الفضاء، فقد نصت على الاستخدام السلمي للفضاء. كما التزمت العديد من الدول بمعاهدات ثنائية أو متعددة الأطراف لحظر استخدام السلاح في الفضاء، مثل المعاهدة بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي الموقعة عام ١٩٦٧م، ومع ذلك حاولت وتحاول الدول العظمى تطوير أقمار اصطناعية تحمل أسلحة لضرب أهداف أرضية أو فضائية.

لا يعرف إلا القليل عن هذه الأقمار، فقد طور الاتحاد السوفيتي نظام فضائي لتدمير الأقمار على ارتفاع ٢٣٠-١٦٠٠ كم. يتكون البرنامج من أقمار حربية تتابع القمر المستهدف وتدمره. يوضع القمر الحربي في مدار مبدئي ثم يغير مداره بسرعة وخلال دورتين أو أقل يعترض القمر الهدف، ثم باستخدام الرادار يناور مرة أخرى ويقترب من الهدف ثم تنفجر قنبلة تقليدية لتدمر الهدف. وقد تم إطلاق ٢٠ قمراً حربياً بين عامي ١٩٦٨ و ١٩٨٢م، ونجحت في إصابة الهدف خلال فترة قصيرة من إطلاقها بعد أول أو ثاني دورة حول الأرض.

أعلنت الولايات المتحدة عام ٢٠٠٤م عن نواياها في استخدام الفضاء عسكرياً. وذلك باتخاذ الاستراتيجيات للقيام بضربات استباقية ضد الأقمار الاصطناعية للدول الأخرى. وهو ما يعتبره العسكريون خطوة أساسية في الحروب المستقبلية، فالتفوق الجوي والفضائي مهم في الخطوات الأولي لأي معركة. وتشارك بريطانيا في بعض البرامج الأمريكية.

شملت ميزانية عام ٢٠٠٥م مخصصات لتمويل الأبحاث لتطوير أنظمة فضائية اعتراضية بالإضافة إلى صواريخ استرتيجية خفيفة. وهناك خطط أخرى لوضع ثلاثة إلى ستة أقمار لاستهداف وتدمير الصواريخ لحظة انطلاقها وقبل وصولها لأهدافها.

الأنشطة الثانوية

تشكل العديد من الأقمار الاصطناعية رافداً مساعداً للجهود العسكرية والاستخباراتية للعديد من الدول. فمثلاً أقمار الملاحة الأمريكية والروسية هي عسكرية في الأساس ولا تخفي أهميتها في العمليات التكتيكية والإسناد. كما توفر أقمار الطقس العسكرية معلومات عن الطقس في كافة أرجاء الكرة الأرضية، كما تقدم معلومات مهمة تؤثر في توجيه القوات والقطع البحرية وحتى أقمار الاستطلاع.

شغل سلاح الجو الأمريكي برنامج أقمار الأرصاد العسكرية (Defense Meteorological Satellite Program) التي تراقب الطقس وطبقة الأيونسفير من ارتفاع ٨٣٠ كم. تجمع الأقمار معلومات الطقس لإعطاء قياسات وتوقعات دقيقة عنه لإدخالها ضمن الخطط الاستطلاعية والقتالية. يتكون الجيل السادس من هذه المنظومة من قمرين يقدمان تغطية عالمية للطقس. ويزمع إنشاء نظام جديد يسمى (National Polar-Orbiting Operational Environmental Satellite System - NPOESS) للاستخدامات العسكرية والمدنية.



أقمار الاتصالات

د. عبدالعزيز الصقير

ساهمت أقمار الاتصالات في زيادة مدى وسعة الاتصال وتقليل تكلفته، بسبب كفاءتها العالية، وسعة التغطية، وحجم الاتصالات المنقولة، وسهولة الإنشاء، ومرونة التطوير وقلة التكلفة. تشكل أقمار الاتصالات أهم أنواع الأقمار الاصطناعية في حياتنا اليومية، فهي التي تنقل المكالمات الهاتفية وتبث البرامج التلفزيونية والإذاعية، وتنقل الصور والخرائط، والأبحاث، والكتب، وبيانات البنوك، وأسواق المال حول العالم .

مكنت أقمار الاتصالات من أن يقوم عدة أشخاص من أطراف المعمورة ومن بعقد مؤتمر على الهواء مباشرة كما لو كانوا في غرفة واحدة.

يتناول هذا المقال أهمية أقمار الاتصالات مقارنة بوسائل الاتصالات الأخرى، وتاريخ أقمار الاتصالات، ومكوناتها، وخدماتها، وأبرز أنظمتها.

وسائل الاتصالات

يمكن تقسيم وسائل الاتصالات إلى مايلي:

■ وسائل تقليدية

تشمل وسائل الاتصالات التقليدية ما يلي:

* **الاتصال السلكي :** وهو نقل الإشارة عبر كيابل نحاسية أو ألياف بصرية، حيث يتم بواسطتها ربط شبكات الاتصالات الداخلية أو الخارجية بين الدول، غير أن من عيوبها أنها محددة جغرافياً، ومكلفة ولاتخدم الاتصالات المتحركة.

* **الاتصال اللاسلكي الخطي:** وفيه يتم نقل الإشارة من محطة لأخرى بخط مستقيم، على هيئة موجات كهرومغناطيسية أو إشارات الراديو، ولذا يمكن الاتصال بين محطتين فقط عندما يكون الخط المستقيم بينهما خال من العوائق الطبيعية أو الصناعية، ولاتختفيان تحت خط الأفق بفعل انحناء الأرض، ويستخدم هذا النوع من الاتصالات في شبكات الميكرويف. ولتفادي مشكلة انحناء الأرض، ولأجل ربط مناطق متباعدة بالاتصال اللاسلكي الخطي أُستخدمت شبكات الميكروويف التي تتكون من عدة محطات لاستقبال وإعادة الإرسال (Repeaters)، بحيث تبعد كل محطة عن الأخرى ٥٠ كم تقريباً، بحيث تلتقط كل محطة الإشارات وتحولها للمحطة التي تليها ولكن تواجه هذه الطريقة صعوبة في إنشاء شبكة ميكروويف خلال تضاريس أرضية وعرة، كما تتأثر كفاءة الشبكة بشدة بالظروف الجوية. فضلاً عن أن الشبكة لا يمكن إنشاؤها على البحار والمحيطات، كما لا يمكنها تغطية كل اليابسة.

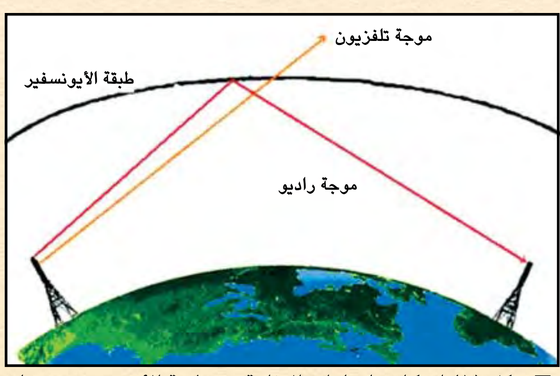
* **الاتصال اللاسلكي غير المباشر:** وفيه ترسل الإشارة إلى الأعلى لتنعكس من طبقة الأيونسفير في الغلاف الجوي فتتجاوز بذلك انحناء الأرض، وتصل إلى مناطق بعيدة. تستخدم هذه الطريقة لنقل البث الإذاعي، وهي مناسبة لنطاق ضيق جداً من ترددات الإشارات.

كانت الإذاعة هي الاتصال الوحيد الذي يقطع القارات بعد الحرب العالمية الثانية، وذلك لأن موجات الراديو تنعكس من طبقة الأيونوسفير في الغلاف الجوي إلى الأرض، فتصل بذلك إلى مناطق بعيدة . لكن هذه الطريقة عانت من عدة صعوبات، منها:

- أن الإشارات تتأثر بالظروف الجوية، سواء القريبة من الأرض، أو في أعلى الغلاف الجوي.
- أن الإشارات ذات التردد العالي القادرة على نقل معلومات كثيرة تخترق الغلاف الجوي ولا تنعكس، فمثلاً لا تخترق إشارات البث التلفزيوني الأرضي الغلاف الجوي ولا يمكنها الوصول إلى مناطق بعيدة بسبب الظروف الجوية، الشكل (١).

■ الاتصالات الحديثة

اتجهت الأنظار - بعد غزو الفضاء - إلى استخدام الأقمار الاصطناعية في الاتصالات لمزاياها الفريدة، لأن القمر في الفضاء يكون أقل تأثراً بالظروف الجوية، كما أنه يضخم الإشارة الواردة إليه من الأرض ويعيد إرسالها إلى محطة أخرى بعيدة، أو إلى قمر آخر ومن ثم للأرض، الشكل (٢)، دون أن تتأثر بانحناء الأرض والتضاريس الأرضية . كما أنه عند الحاجة إلى تأسيس شبكة اتصال بسرعة، فإن الأقمار الاصطناعية هي الحل الأمثل، حيث يمكن تأسيس محطة اتصالات صغيرة خلال ساعات فقط. وهذا مهم في الحالات الطارئة مثل الكوارث أو كثافة الاتصالات



■ شكل (١) انعكاس إشارات الإذاعة من طبقة الأيونسفير بينما تخترقها إشارات التلفزيون.

المؤقتة كأيام الحج. إضافة لذلك فإن أقمار الاتصالات يمكنها ربط المناطق النائية وتوفير اتصالات ذات تغطية عالمية ومتحركة كالاتصالات المطلوبة للطائرات والسفن والسيارات والأفراد في أي مكان في العالم.

من مزايا الأقمار الاصطناعيةما يلي:

١ـ الاعتمادية العالية المتمثلة في كفاية الأجهزة.

٢ـ مهارة مشغلي المحطات الأرضية.

٣ـ المرونة في تأسيس الخدمة بسرعة لاتصالات دائمة أو مؤقتة.

٤ـ المرونة في نوعية الخدمة المقدمة.

كذلك تكتسب تقنية الاتصالات بالأقمار الاصطناعية أهمية استراتيجية واقتصادية لعدم تأثرها بالكوارث الطبيعية وعمليات التخريب، لأن تكلفة تدمير القمر تتجاوز المكاسب التكتيكية من تدميره. كما أن المحطات الأرضية الخاصة بالأقمار يمكن حمايتها بصورة أسهل من حماية شبكات الميكروويف أو الشبكات السلكية ، لقلة عدد المحطات وصغر المساحة المفترض حمايتها.

يتحكم بالقمر عادة أكثر من محطة تحكم بالقمر موزعة في مناطق بعيدة ، وأحياناً تستخدم محطات في دول بعيدة جغرافياً، كما أن هناك محطات صغيرة متحركة ومحمولة للحفاظ على الشبكة في الحالات الطارئة.

من جانب آخر يعاب على أقمار الاتصالات أن خدماتها محدودة بمواصفات القمر ومداره ، فطاقة الإشارة المرسلة من القمر محدودة بالطاقة المتوفرة للقمر التي تعتمد على عدد الخلايا الشمسية والبطاريات ، والتي تعتمد بدورها على الوزن الممكن للقمر. كما أن حجم هوائيات الاستقبال في القمر وحساسية أجهزة الاستقبال تضع حدوداً على طاقة الإشارة التي يستطيع القمر استقبالها.

تاريخ أقمار الاتصالات

بدأت خطوات استخدام الاقمار الاصطناعية ببحث قدمه العالم الأمريكي **بيرس** (John Pierce) عام ١٩٥٥م ـ قبل إطلاق أول قمر اصطناعي بثلاث سنوات ـ أشار فيه إلى الجدوى الاقتصادية الكبيرة لاستخدام الأقمار الاصطناعية في الاتصالات . وبعد إطلاق أول قمر اصطناعي، بدأ جلياً أنها هي المستقبل الواعد لاتصالات عالم الغد. وعلى الرغم من البراهين النظرية لأداء أقمار الاتصالات، فإن الشكوك حولها لم تزل حتى عام ١٩٦٢ م ، وذلك بعد تجارب أقمار الاتصالات الأولى وتطويرها، وأيضا تطوير محطات الاتصال الأرضية.

بدأ إطلاق أقمار الاتصالات لأول مرة بأطلاق ناسا للقمر (Score) في أواخر عام ١٩٥٨م ، وقد بث القمر في اليوم التالى لإطلاقه خطاباً مسجلاً للرئيس الأمريكي **إيزنهاور** موجهاً للعالم بمناسبة عيد الميلاد، ولذلك لايعد (Score) قمر اتصالات حقيقي ، لأنه لا ينقل اتصالات من الأرض ، بل يرسل تلك الرسالة المخزنة فيه قبل إطلاقه. كان الهدف الأساس من عملية إطلاق (Score) التأكد من استطاعة الصاروخ (Atlas) من الوصول إلى مدار حول الأرض، أما الهدف الثانوي فهو تجربته كجهاز اتصالات.

كان القمر (SCORE) جزءاً من الصاروخ (Atlas) ، حيث وُضع جهازا اتصال متشابهان في مقدمة الصاروخ ، وأربع هوائيات ملتصقة بسطحه. كان العمر الافتراضي للقمر في الفضاء ٢١ يوماً قبل أن يسقط على الأرض. ولقصر المدة كانت البطاريَات هي المصدر الوحيد للطاقة في القمر التي فشلت بعد ١٢ يوماً ، وسقط القمر بعد شهر من إطلاقه.

قمر اصطناعي

شبكة ميكروويف

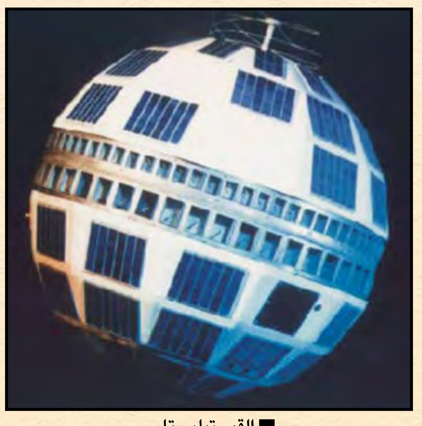
■ شكل (٢) القمر يستقبل الإشارة ويضخمها ويعيد إرسالها.

نتيجة للتفاؤل الذي ساد العالم بنجاح أقمار الاتصالات ، قررت شركة (AT&T) الأمريكية بناء قمر اتصالات تجريبي. هدفت التجربة إلى اختبار نقل جميع أشكال الاتصالات عبر القمر ، وإلى بناء محطة أرضية ذات هوائيات ضخمة وتجربتها ومحاولة اكتساب الخبرة في تعقب الأقمار وحساب المدارات ومواجهة مشاكل تصميم أنظمة الاتصالات الفضائية.



■ تجهيز الصاروخ أطلس للانطلاق.

أطلقت ناسا في ١٩٦٢م القمر(Telstar1) كأول قمر اتصالات تجاري لحساب شركة (AT&T) . صُمم القمر ليستقبل ويضخم الإشارات الأرضية ويعيد إرسالها للأرض ليكون أول قمر اتصالات فعلي. بث القمر أول نقل تلفزيوني فضائي في ١٠/٧/١٩٦٢م ، كما تمكن من نقل ٦٠٠ مكالمة هاتفية بالإضافة إلى قناة تلفزيونية واحدة. دار القمر في مدار إهليجي (٩٥٢× ٥٦٣٦ كم) ليقضي أطول فترة في شمال الكرة الأرضية. حيث تمكنت الأجزاء الشمالية من طرفي المحيطين

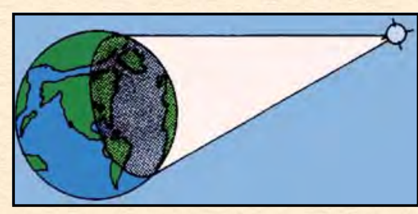


■ القمر تيليستار.

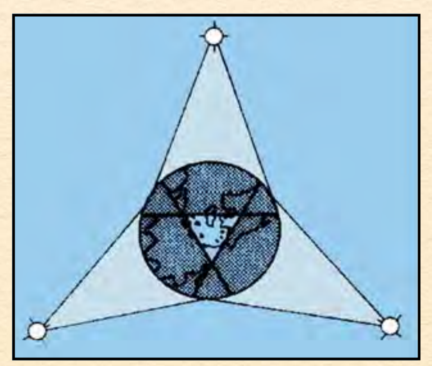
الأطلسي والهادي من الاتصال لعدة دقائق كل ساعة. استمر القمر الذي كان وزنه ٧٧ كلجم بالعمل لمدة سبعة أشهر.

أطلقت ناسا أو اخر عام ١٩٦٢م القمر (Relay) الذي كان يحمل أجهزة اتصال أكثر تعقيداً من القمر (Telstar 1)، وقد تم من خلاله نقل ٣٠٠ مكالمة هاتفية وقناة تلفزيونية.

دارت جميع أقمار البرامج السابقة حول الأرض في مدارات لاتمكنها من الاتصال الدائم بمحطة أرضية معينة، حيث تتصل المحطة الأرضية بالقمر لمدة محدودة قبل أن يختفي خلف الأفق، مما قلل من الاستفادة منها. شكلت محدودية الخدمة هذه حاجزاً يجب تخطيه، وذلك باستخدام المدار الثابت الذي أشار إليه **كلارك** (Arthur Clarke) في ١٩٤٥م. يغطي قمر المدار الثابت ٤٢٪ من الأرض دائماً كما في الشكل (٣)، ولذلك فإن نظام من ثلاثة أقمار موزعة في مدارات معينة يجعل من الممكن تغطية الكرة الأرضية. وبذلك يمكن بواسطة هذا النظام نقل الاتصالات من أي مكان على الأرض إلى أي مكان وفي أي وقت، عدا المناطق القطبية غير المأهولة بالسكان، شكل (٤).



■ شكل (٣) التغطية الأرضية لقمر المدار الثابت.



■ شكل (٤) ثلاثة أقمار في المدار الثابت تغطي كل الأرض ما عدا المنطقة القطبية.

في عام ١٩٦٤م أطلقت وزارة الدفاع الأمريكية القمر (Syncom 3) في المدار الثابت، وقد نقل القمر فعاليات أولمبياد طوكيو ١٩٦٤ إلى أمريكا. وفي عام ١٩٦٥م أطلق القمر (Early Bird) كأول قمر اتصالات تجاري في المدار الثابت، كانت مهمة القمر نقل المكالمات التلفونية وقناة تلفزيونية واحدة لخدمة جانبي المحيط الأطلسي، أي أمريكا وغرب أوروبا. كان عمر القمر الافتراضي هو سنة ونصف لكنه استمر في الخدمة لمدة ثلاث سنوات ونصف. ثم تغير اسم القمر فيما بعد إلى إنتلسات١ (Intelsat 1).

اكتملت تغطية الأرض في عام ١٩٦٩م بثلاثة أقمار إنتلسات في المدار الثابت، أي بعد ٢٥ سنة من اقتراح **كلارك**، وبعد ١٢ سنة من إطلاق سبوتنك. بعد ١١ يوماً من إطلاق ثالث الأقمار هذه - أي في ١٩٦٩/٧/٢٠م - شاهد نصف بليون نسمة على شاشات تلفزيوناتهم هبوط المركبة أبوللو ١١ (Apollo 11) على سطح القمر عبر نقل الحدث خلال شبكة أقمار إنتلسات.

من أهم عيوب أقمار المدار الثابت أنها لا تغطي إلا المناطق الواقعة بين خطي العرض ٧٥ شمال و٧٥ جنوب، مما خلق مشكلة للاتحاد السوفيتي، حيث إن له مناطق مهمة تقع شمال خط العرض ٧٥ شمال. خاصة وأن أقمار المدار المنخفض لا توفر اتصالات عملية. ولحل تلك المشكلة أطلق الروس القمر مولنيا (Molniya) في مدار إهليجي (٤٠٠×٤٠٠٠٠كم) كأول نوع من هذه الأقمار، تبلغ فترة القمر المدارية ١٢ساعة، أكثر من ثماني ساعات منها فوق شمال الكرة الأرضية.

مكونات أقمار الاتصالات

تزود جميع أقمار الاتصالات بعدد معين من أجهزة الاتصالات يسمى كل منها بالمستجيب (Transponder)، حيث يعمل كل مستجيب على تردد مستقل ومختلف عن المستجيبات الأخرى في القمر نفسه



■ القمر سينكوم ٣.

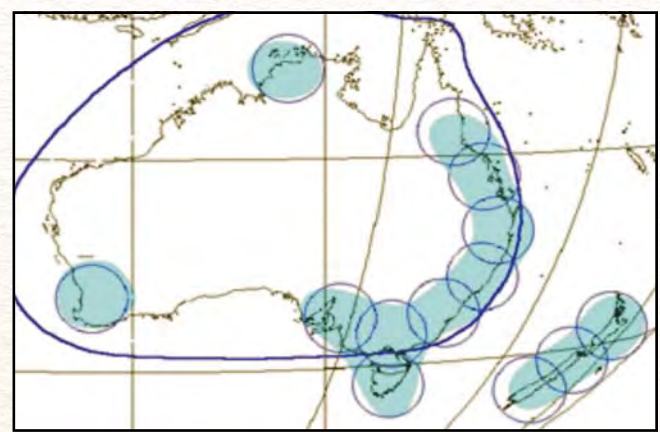
والأقمار الأخرى. ويتكون جهاز المستجيب من هوائيات وجهاز استقبال، ومضخمات الإشارة، وأجهزة لمعالجة الإشارة، وجهاز إرسال.

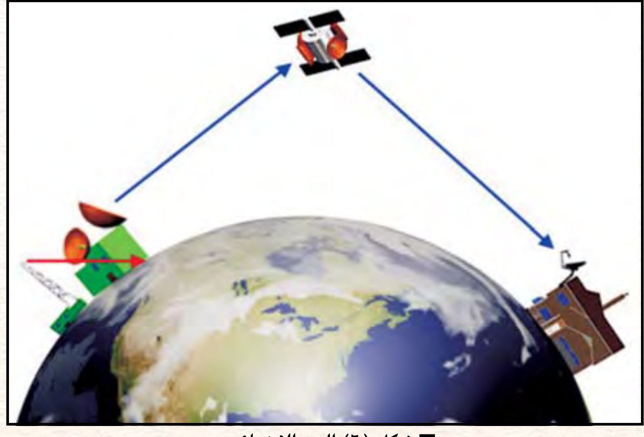
تمرر الإشارة من هوائي الاستقبال إلى مضخم إشارة ثم إلى جهاز الاستقبال الذي أحياناً يصححها من الأخطاء إن وجدت، ثم إلى جهاز تغيير التردد - لأن تردد الإشارة الهابطة إلى الأرض يجب أن يختلف عن تردد الإشارة الصاعدة لمنع التداخل بين الموجتين - ثم إلى مضخم إشارة ثاني يتصف بالتضخيم العالي، ثم الإرسال ليتم بثها للأرض.

وحيث إن المسافة بين الأرض والقمر كبيرة، فإن الإشارة تصل ضعيفة جداً (واحد من البليون من الواط)، لذا يجب تصميم المحطات الأرضية والقمر بدقة كافية لالتقاط هذه الإشارة بواسطة هوائيات كبيرة وأجهزة حساسة جداً.

تستخدم أقمار الاتصالات ترددات عديدة من أشهرها نطاق سي (C) المشهور في الأجيال الأولى، وبما أن هذا النطاق أصبح مزدحماً، فقد اتجهت الأقمار الجديدة - تفادياً لتداخل الاشارات - إلى استخدام النطاقين كي يو (Ku) وكي أي (Ka) اللذين يتأثران بالمطر والغبار أكثر من نطاق سي (C).

تكون التغطية إما بهوائي يغطي كل المنطقة التي يراها القمر فيما يسمى بالتغطية العالمية (Global Coverage) - من الأرض -، أو من خلال تغطية أجزاء من المنطقة بواسطة مايسمى بالشعاعات


■ شكل (٥) مناطق تغطية قمر الاتصالات.


■ شكل (٦) البث الفضائي.

المحلية (Spot beams)، شكل (٥)، حيث تعد التغطية الجزئية مفيدة في حالة تغطية المدن فقط دون البحار والصحاري، لتوفير الطاقة التي يستهلكها القمر وتوجيهها إلى المناطق الأكثر أهمية، أو لتركيز الطاقة في منطقة صغيرة، لتكون الأجهزة الأرضية المتصلة بالقمر صغيرة. كما يمكن تكوين نظام خلوي من هذه الشعاعات المحلية يسمح باستخدام نفس التردد في أكثر من خلية (Frequency Reuse).

خدمات أقمار الاتصالات

يوجد العديد من الخدمات التي تقدمها أقمار الاتصالات من أهمها ما يلي:

■ المكالمات الهاتفية

تقوم المحطات الأرضية باستقبال مكالمات المتصلين من خلال شبكة اتصالات أرضية، ثم ترسلها إلى القمر الذي يعيد إرسالها إلى محطة أخرى ليتم توزيعها بعد ذلك إلى المستفيدين عبر الشبكة الأرضية، ومن أهم الأقمار التي تقوم بتقديم هذه الخدمات أقمار انتلسات وعربسات، كما يمكن للفرد أن يرسل ويستقبل الإشارات من جهازه، ومن أهم الأقمار التي تقدم هذه الخدمة أقمار الثريا وإنمارسات.

■ البث التلفزيوني

حل البث التلفزيوني الفضائي مشاكل البث الأرضي، لأن القمر في المدار الثابت يغطي ثلث الأرض، كما أنه لا توجد عوائق بين القمر والأرض. عند بداية البث الفضائي كانت هوائيات المنازل كبيرة ومكلفة وتبث الأقمار أقل من ٤٠ قناة فقط. وبعد التطورات التقنية في العشر سنوات الماضية أصبحت الهوائيات اليوم صغيرة ورخيصة. وفي تطور جديد تحولت الأقمار الجديدة إلى البث الرقمي (Digital) بدلاً من التماثلي (Analog) واستطاعت الأقمار بث أكثر من ٢٠٠ قناة. وحالياً يبث أكثر من ٢٠٠ قمر آلاف القنوات حول العالم، فمثلاً تبث أقمار عربسات أكثر من ١٠٠ قناة تلفزيونية.

ترسل المحطات التلفزيونية برامجها إلى المحطة الأرضية المركزية سلكياً عبر شبكات أرضية أو لاسلكياً (عبر أقمار اصطناعية). تعالج المحطة المركزية البرامج وتجهزها لإرسالها إلى القمر بعد تحويلها من إشارات تماثلية (Analog) إلى بيانات رقمية (Digital)، ثم ترسل إلى القمر الذي يضخمها ويعيد إرسالها إلى الأرض، شكل (٦).

تمر بيانات برامج التلفزيون قبل أن ترسل إلى القمر بعدة عمليات معالجة أهمها:

* عملية الضغط: وتعمل على تقليص حجم البيانات لتصل إلى عُشر حجمها الأصلي، فمثلاً يتم حفظ البرامج التي تحتوي على حركة سريعة كالمباريات إلى الثلث، بينما تضغط البرامج الأخرى كالأخبار إلى السدس، وتضغط الأفلام السينمائية إلى الثمن، وعليه فإن عملية الضغط مكنت الأقمار من مضاعفة عدد القنوات بحوالي ستة أضعاف.

* عملية الترميز (Coding): وتهدف إلى إضافة رموز لتصحيح الأخطاء التي تحصل للإشارات الكهرومغناطيسية.

* عملية التعمية (Encryption): وتهدف إلى تمكين المشتركين فقط من استقبال البث.

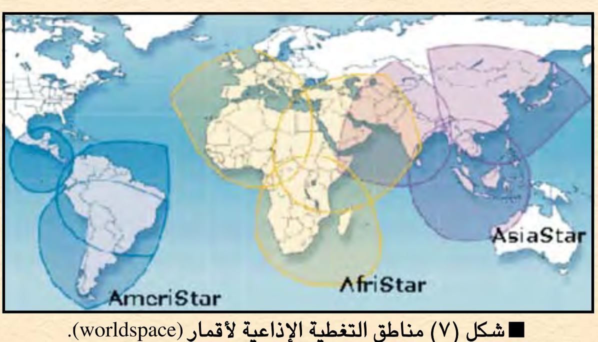
* الاستقبال: وفيها يستقبل الهوائي المنزلي هذه الإشارة ويمررها إلى جهاز الاستقبال الذي يعالجها بعكس العمليات التي تمت عليها في المحطة المركزية، حيث يحولها من إشارة رقمية إلى إشارة تماثلية يتعرف عليها جهاز التلفزيون.

■ البث الإذاعي

تبث العديد من أقمار الاتصالات البرامج الإذاعية في إحدى الصورتين التاليتين:

* مباشرة من القمر: حيث تستقبل أجهزة راديو فضائية اشارات الأقمار الرقمية من أشهر أقمار البث الإذاعي المباشر تلك الخاصة بالنظام العالمي (Worldspace) الذي يبث أكثر من ٥٠ محطة رقمية عبر قمرين هما (Afrostar) و(Asiastar) في النطاق الترددي ١٤٦٧-١٤٩٢ (MHz L-Band)، ومن المتوقع إطلاق قمر ثالث لتغطية أمريكا الجنوبية كما في الشكل (٧).

* مصاحبة للبث التلفزيوني: وفي هذه الحالة تعالج أجهزة الاستقبال التلفزيونية البرامج الإذاعية.



■ شكل (٧) مناطق التغطية الإذاعية لأقمار (worldspace).

■ نقل البيانات

تعمل أنظمة الاتصالات الفضائية على نقل البيانات التي تتفاوت في حجمها وسرعتها، ويمكن تقسيمها إلى مايلي:

* البيانات ذات السرعات العالية: ويتم نقلها عبر نظام يتكون من بضعة أقمار في المدار الثابت، وبضع محطات ضخمة ومكلفة. يستطيع النظام نقل بيانات بسرعات تصل إلى مليوني نبضة في الثانية (Mbps) لعدد قليل من المستخدمين بين محطة وأخرى. يحتاج هذا النظام إلى محطات أرضية كبيرة الحجم ومكلفة التشغيل وصعبة النقل وبطيئة التأسيس، ومصممة للتعامل مع كميات ضخمة من المعلومات.

* البيانات ذات السرعة المتوسطة: ويتم نقلها من خلال محطات صغيرة مستقلة مزودة بهوائيات صغيرة وأجهزة غير معقدة متنقلة وغير مكلفة، حيث تستخدم هذه المحطات نظام ڤي سات (Very Small Apreture Terminal -VSAT)، الذي يعد وسيلة قياسية لربط الأعمال المتوسطة معلوماتياً مثل البنوك والإنترنت.

* البيانات الصغيرة: وتمثل الاتصالات الشخصية (Personal Communication Services -PCS) والتي أدى تطورها إلى تزايد الطلب على خدمة نقل البيانات الصغيرة من أجهزة محمولة. حيث لايناسب النظامين السابقين استخدامات البيانات الصغيرة، لأن تحقيق ذلك يتطلب نظام يتكون من أقمار في المدار المنخفض يسمح بتصغير الأجهزة المحمولة، لأن طاقة الإرسال وزمن التأخير ستكون أقل بسبب قصر المسافة. وقد طورت أنظمة لتلبية هذه الخدمة تتكون من عشرات الأقمار في المدار المنخفض والمتوسط مثل (Globalstar) و(Iridium) و(Orbcomm).

■ خدمات أخرى

تقدم أقمار الاتصالات خدمات أخرى متنوعة، قد يعد بعضها جزءاً من الخدمات السابقة، لكن لها نوع من الخصوصية. فأقمار الاتصالات تنقل معلومات الإنترنت لربط مقدمي الخدمة بشبكة الإنترنت، أو لربط المستخدم بالشبكة مباشرة، وخاصة في المناطق النائية والأجهزة المحمولة. كما يمثل الربط بشبكة الإنترنت بديلاً مهماً للربط اللاسلكي في أوقات الذروة والكوارث وأوقات صيانة الشبكة الرئيسية.

تربط أقمار الاتصالات المستشفيات حول العالم (Telemedicine) لنقل صور الأشعة، ونتائج التحاليل المختبرية بين المستشفيات، للاستشارة أو لنقل العمليات الجراحية والمحاضرات. كما تقدم أقمار الاتصالات خدمة التعليم عن بعد (Tele education) لنقل الدروس والمحاضرات حول العالم، ففي الهند مثلاً تقدم الأقمار الهندية (INSAT) هذه الخدمة إلى آلاف القرى. ويوجد نظام مماثل في الصين حيث يستفيد منه ثلاثة ملايين طالب.

أبرز أنظمة أقمار الاتصالات العالمية

تقدم العديد من أنظمة الاتصالات الفضائية خدماتها حول العالم، ومع التقدم التقني المتسارع ومتطلبات السوق أمكن إضافة العديد من الأنظمة الجديدة، منها:

■ إنتلسات

تعتبر أقمار إنتلسات (INTELSAT) أهم أنظمة أقمار الاتصالات، حيث بدأت بالقمر (Early Bird) الذي أطلق في ١٩٦٤م لحساب الاتحاد الدولي لأقمار الاتصالات (إنتلسات) الذي تأسس في تلك السنة من ١١ دولة، ثم تتابع إطلاق أقمار إنتلسات لتكون أكبر مقدم خدمة لاتصالات الأقمار الاصطناعية في العالم، وتخدم أكثر من ٢٠٠ دولة، وقد أطلقت هذه المنظمة خلال الأربعين سنة الماضية ثماني منظومات من أقمار الاتصالات في المدار المتزامن، تتكون كل منظومة من أربعة إلى خمسة أقمار. وتملك المنظمة حالياً ٢٠ قمراً توفر ٧٠,٠٠٠ ساعة بث تلفزيوني و١٣٣٠٠٠ قناة هاتفية.

■ إنمارسات

تأسست إنمارسات (The International Maritime Satellite Organization -Inmarsat) في عام ١٩٧٩م كمنظمة دولية من ٧٩ عضواً لتوفير خدمة الاتصالات للسفن عبر الأقمار الاصطناعية، وبدأت الخدمة عام ١٩٩٠م، حيث استأجرت في البداية قنوات اتصال من أقمار انتلسات وماريسات (MARISAT) وأخرى. ثم أطلقت أول أقمارها في عام ١٩٩٠م، ثم توسعت خدماتها في عام ١٩٨٩م لتشمل نقل مكالمات المسافرين في الطائرات، ثم شملت خدماتها مؤخراً الاتصالات البرية المتنقلة. وتقدم إنمارسات خدمة نقل الاجتماعات (Video Teleconferencing) وربط المستشفيات (Telemedicine)، كما تقدم خدمة ربط الإنترنت مع المشترك مباشرة. كما ترتبط مئات الآلاف من الأجهزة المحمولة بالقمر مباشرة للاستفادة من الخدمات المختلفة التي من أهمها المكالمات الهاتفية المباشرة عبر القمر، ونقل البيانات المتوسطة السرعة.

يتكون نظام إنمارسات من تسعة أقمار في المدار الثابت (أربعة منها أساسية) وأربعين محطة أرضية في ٣١ دولة. تربط هذه المحطات أقمار إنمارسات بالشبكة المحلية، ويرسل القمر عبر شعاع عالمي و عدة شعاعات محلية(Spot beams) لخدمة المناطق المزدحمة ولاستخدام طرفيات أصغر حجماً يصل عددها إلى سبعة توجه بحسب الحاجة.

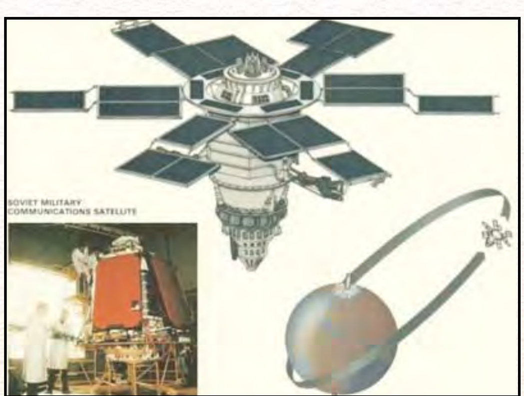
■ عربسات

أُنشئت المنظمة العربية للاتصالات الفضائية (عربسات) في عام ١٩٧٦م، لتتولى إنشاء شبكة اتصالات فضائية للدول العربية. صنعت شركة إيروسباسيال الفرنسية أول أقمار المنظمة (عربسات ١أ) وأطلقته بواسطة الصاروخ الفرنسي أريان في عام ١٩٨٥م في المدار الثابت بالموقع ١٩ درجة شرقاً. وأُطلق القمر الثاني عربسات ١ب من المكوك ديسكفري في نفس العام على المدار ٢٦ شرقاً.

تمكن القمران من تغطية العالم العربي كله، ونقل المكالمات الهاتفية والبث التلفزيوني والإذاعي. استمرت المنظمة في إطلاق المزيد من الأقمار آخرها عربسات ٣أ.

■ مولونيا

تمثل المنظومة الروسية مولونيا (Molniya) ـ البرق باللغة الروسية ـ أحد



■ قمر مولونيا.

أشهر أقمار الاتصالات الروسية وأكثرها أهمية. وذلك لأن معظم الأراضي الروسية تقع شمال خط الطول ٤٥ شمال، وقمر المدار الثابت لا يمكنه تغطية تلك المناطق. أطلق أول قمر في المنظومة اختباري في ١٩٦٤م وحتى الآن أطلق أكثر من ١٥٠ قمر منها.

تدور هذه الأقمار في مدار اهليجي (٤٠٠ - ٤٤٠٠٠ كم) وبزاوية ميل ٦٢,٨ درجة. تقع نقطة الحضيض في حنوب الأرض، ونقطة الأوج في شمالها لتغطية الأراضي الروسية. يكمل القمر دورة كل ١٢ ساعة ,ثماني ساعات منها فوق روسيا. وبوجود ثلاثة إلى أربعة أقمار موزعة جيدا في المدار يكون على الأقل أحدها فوق روسيا ليبقى الاتصال مستمراً طوال الوقت حيث يتحول الاتصال من قمر لآخر.

■ أقمار المدار المنخفض

برزت خلال السنوات الخمس الماضية أقمار اتصالات في المدار المنخفض. ومن المعلوم أن هذه الأقمار ليست ثابتة للمراقب من الأرض، ويجب على المتصل بها أن يتابع مرور القمر الذي يتكرر عدة مرات في اليوم ولدقائق فقط. ولكن لقربها من الأرض (٦٠٠-١٠٠٠ كم) فإنها تحتاج إلى طاقة إرسال ضئيلة جداً بالمقارنة مع أقمار اتصالات المدار الثابت.

تستطيع أقمار الاتصالات المنخفضة المدار الاتصال بأجهزة أرضية صغيرة ومحمولة لنقل البيانات الصغيرة الحجم أو المتقطعة وغير المستمرة، لذا فهي لا تصلح للبث التلفزيوني أو حتى للاتصال الصوتي إلا لفترات قليلة أو عند وجود عدد كبير من الأقمار (العشرات).

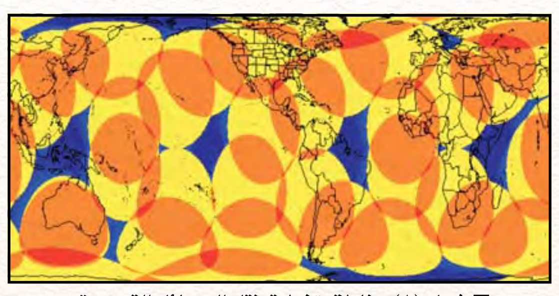
توفر أقمار الاتصالات المنخفضة المدار عشرات التطبيقات الأرضية التي تستغل بصورة تجارية وفعالة، ومن أهم هذه التطبيقات مايلي:

* **مراقبة أنابيب النفط:** حيث يتم مسح آلاف الكيلومترات في المناطق الصحراوية التي يحتاج مشغلوها الحصول على معلومات هامة مثل ضغط الزيت في عدة نقاط من الشبكة كل عدة دقائق فقط، حيث يصعب إرسال ومثل هذه المعلومات القصيرة يصعب إرسالها في شبكات أرضية سلكية أو لاسلكية لتكلفتها الباهظة في الإنشاء أو التشغيل. وقد تمت تجربة أقمار سعودي كمسات لتقديم مثل هذه الخدمات في المملكة.

* **تعقب المركبات المتنقلة:** ومنها الشاحنات على الطرق والحاويات في البحار، وبهذا يمكن لمسؤولي الشحن من معرفة مكان الحاوية مرة أو مرتين في اليوم فقط. تزود الحاوية بجهاز صغير الحجم يعمل بالبطارية، فيرسل هذا الجهاز موقع الحاوية مباشرة إلى القمر الذي يرسل تلك المعلومة إلى المستخدم إما مباشرة أو إلى محطة استقبال صغيرة تضع المعلومة في شبكة الإنترنت.

من عيوب أقمار الاتصالات المنخفضة المدار في حالة تعقب المركبات مشكلة تأثير دوبلر(Doppler effect). وهو التغيير في تردد الإشارة نتيجة لحركة القمر بالنسبة للمستخدم. فكلما زادت السرعة النسبية بين القمر والمحطة الأرضية زاد تغير التردد. وللتغلب على ذلك يجب على المحطات الأرضية (أو القمر) تغيير التردد خلال الاتصال في الإشارتين الصاعدة والهابطة.

* **نقل الرسائل القصيرة:** وفيها تنقل الأقمار رسائل نصية قصيرة ـ أقل من ١٠ كيلوبايت ـ بواسطة أقمار المدار المنخفض ومنها نظام (Orbcomm) الذي



■ شكل (٨) مناطق تغطية نقل الرسائل القصيرة.

يتكون من ٣٦ قمراً تدور على ارتفاع ٨٢٥ كم، ويوضح الشكل(٨) مناطق تغطية أقمار النظام للأرض في وقت محدد.

يلاحظ أن بعض المناطق (ذات اللون الأزرق) لا ترى أياً من الأقمار، والبعض الآخر يرى أكثر من قمر (ذات اللون البرتقالي) ولكن معظم المناطق (ذات اللون الأصفر) تستقبل من قمر واحد. لذا فإن أقمار (Orbcomm) لا تستخدم للاتصال الهاتفي الذي يتطلب وجود تغطية دائمة غير متقطعة. حيث إن الأقمار ليست ثابتة فإن مناطق التغطية تتغير باستمرار.

تقدم شركة (Iridium) خدمة الاتصالات الهاتفية ونقل البيانات مباشرة من الجهاز إلى الأقمار الاصطناعية في أي مكان في العالم. تتكون المنظومة من ٦٦ قمراً تدور على ارتفاع ٧٨٠ كم في ست مستويات مدارية وبزاوية ميل ٨٦,٤ درجة. تستطيع أي نقطة على الأرض رؤية قمر أو اثنين في أي وقت. يوضح الشكل التالي توزيع الأقمار.



■ توزيع أقمار الاتصالات الهاتفية ونقل البيانات.



يلعب الطقس دوراً حيوياً في حياة الإنسان وصحته، وتنمية مجتمعه واقتصاده. كما يلعب دوراً في تحديد نوع النبات الصالح للزراعة، وكمية الأمطار والثلوج الساقطة وكمية المياه في السدود، إضافة الى تأثيره على كافة وسائل المواصلات البرية والبحرية والجوية من حيث السلامة والراحة، ومن الناحية الاقتصادية، والسياحة والصيد البري والبحري والبناء والاتصالات ومحطات توليد الطاقة من الشمس والرياح، والعمليات العسكرية والاستخباراتية. يتضح مما ذُكر آنفاً: أن التوقع الصحيح لما سيحدث في الطقس على المدى القريب والبعيد سيكون له أهمية في حياة الإنسان وراحته ورفاهيته.

كانت احتمالات صحة توقعات الطقس حتى وقت قريب ضئيلة، كما أن الإنذار من الكوارث المناخية يكاد ينحصر في دقائق قليلة قبل الكارثة، ولكن بظهور الأقمار الاصطناعية ظهرت تقنيات جديدة تسمح بمراقبة الطقس في جميع مناطق الكرة الأرضية وعلى مدار الساعة. بينما ـ في السابق ـ كانت المراصد الأرضية تراقب أقل من خمس مساحة الأرض ولبعض الوقت فقط، مما أدى إلى تحسن دقة التوقعات وإعطاء إنذار سريع عن الكوارث. ويلاحظ أنه على الرغم من قوة الأعاصير الحالية، إلا أن الخسائر البشرية قلت ـ بفضل الله ـ عن ما كان في الماضي بسبب التوقعات الدقيقة والسريعة للطقس.

يتكون الغلاف الجوي للأرض من طبقة رقيقة من الغازات ـ مقارنة بقطر الأرض الذي يبلغ ١٢٨٠٠كم ـ ويبلغ سمكها أقل ١٠٠٠ كم يتركز معظم كتلته في طبقة يصل ارتفاعها إلى أقل من ٨٠ كم. تحدث كل الظواهر الجوية داخل هذا الغلاف، لذا فإن مراقبة هذا الغلاف من الأعلى توضح السمات الرئيسة لطبقاته المتعددة، مثل الحرارة والضغط والرطوبة والرياح. وبذلك يتكامل الرصد الفضائي مع الرصد الأرضي للجو.

تاريخ أقمار الطقس

بدأت أقمار الطقس بالقمر الأمريكي إكسبلورر ٧ (Explorer 7) الذي أُطلق في عام ١٩٥٩م وقام بأول قياس فضائي للطقس. حيث كانت من ضمن حمولته أدوات لقياس تغيرات الطقس.

ويعد القمر الأمريكي تايروس-١ (Television and InfraRed Observation Satellite-TIROS1) أول قمر طقس فعلي، حيث أُطلق عام ١٩٦٠م على ارتفاع ٦٠٠ كم حاملاً كاميرا تلفزيونية ذات دقة منخفضة، وكاميرا تصوير حرارية. استطاع القمر أن يسجل تكوينات السحب في طبقات الجو المختلفة، يوضح الشكل (١) أول صورة للأرض أُخذت من القمر تايروس.

أثبتت الأقمار الاصطناعية منذ أيامها الأولى أن لها أهميتها في حياة الناس اليومية، فقد أرسل القمر تايروس أكثر من ٢٣٠٠٠ صورة للأرض خلال مدة عمله. وخلال خمس سنوات التى تلت إطلاق القمر تايروس: تم إطلاق تسعة من هذه الأقمار في المدار القطبي والمتزامن مع الشمس مجهزة بمجسات أفضل. كان الهدف الأساسي من إطلاق هذه الأقمار هو: إظهار مقدرة الأقمار الاصطناعية على تفسير الظواهر الجوية للعلماء والهيئات الحكومية.

تقنيات أقمار الطقس

تقوم أقمار الطقس برصد الأرض والقيام بقياسات عديدة للأرض والغلاف الجوي، تساعد أخصائيي الطقس في توقع حالته، والتحذير من أي كوارث يمكن أن تحدث في الأيام القادمة في أي مكان في العالم، ومن أمثلة تلك القياسات:

- مراقبة الغيوم وتحديد نوعها وارتفاعها.
- مراقبة و قياس كمية بخار الماء في الغلاف الجوي.
- قياس الإشعاعات من سطح الأرض والغلاف الجوي.
- قياس درجة حرارة سطح الأرض والمحيطات.



■ شكل (١) أول صورة فضائية للأرض من القمر تايروس-١ (أبريل ١٩٦٠م).

ـ مراقبة التيارات المائية في المحيطات والبحار.
ـ مراقبة الثلوج الساقطة.
ـ مراقبة الغابات وحركة الجليد في القطبين.
ـ مراقبة البراكين وحركة سحب الرماد المندفعة منها.
ـ مراقبة تيارات الهواء البارد.
ـ قياس درجة الحرارة والضغط في طبقات الجو المختلفة، وسمك كل طبقة.
ـ استقبال المعلومات من محطات جمع المعلومات البيئية والمناخية المنتشرة في اليابسة والبحار، وتحويل هذه المعلومات إلى المحطة المركزية.

تُجمع تلك المعلومات الفضائية مع القياسات الأرضية لعناصر الطقس، ومن خلالها يستطيع خبراء الأرصاد توقع الأجواءللأيام القادمة باستخدام نماذج رياضية تحاكي ما يحدث عادة بالطبيعة. يتطلب حل النماذج الرياضية عمليات حسابية معقدة وطويلة جداً. تقوم حاسبات آلية بحلها، مما يتيح للمختصين استنتاج نوع الظواهر المناخية في كل منطقة ودرجة قوتها وزمن حدوثها ومدة استمرارها، أي منذ بدايتها حتى نهايتها.

يُنبئ شكل وحجم السحب عن نوع الطقس في تلك المنطقة، كما تكشف عدة صور متتالية تغيرات الطقس وسرعة واتجاه حركة العواصف. تستطيع أقمار الطقس قياس سمك طبقات الغلاف الجوي وذلك عن طريق: مجسات خاصة لغازات كل طبقة، ومن ذلك يمكن تحديد مناطق الضغط الجوي المرتفع والمنخفض؛ وبالتالي توقع اتجاه الرياح وحركة السحب. كما تستطيع الأقمار قياس الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من طبقات الجو، وبالتالي حساب درجات الحرارة في تلك الطبقات. كما تكشف الصور المتتابعة للسحب مراكز الضغط المنخفض واتجاهات الرياح وسرعتها.

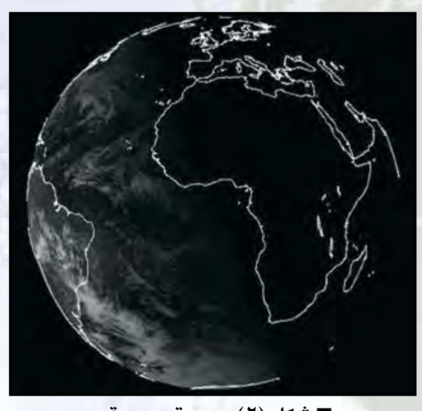
تتابع أقمار الطقس تطور الظواهر المناخية الإقليمية والعالمية والتي تؤثر على مناخ الأرض كلها، فهي تراقب العواصف الترابية والأمطار المسببة للفياضانات، كما تتابع الظواهر المؤثرة على مناطق كبيرة مثل الأعاصير والتيارات البحرية مثل ظاهرة النينيو. كذلك تقوم أقمار الطقس بمراقبة بيئة الأرض مثل: حركة الملوثات الكيميائية والإشعاعية ومراقبة التوازن الحراري بين اليابسة والمحيطات، كما تستطيع هذه الأقمار قياس تركيز غازات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والأوزون (O_3).

تعرف العلماء بعد عدة عقود من مراقبة طقس الأرض على أكثر من عشرين عاملاً مؤثراً فيه، ساهمت أقمار الطقس في كشف بعضها وتعميق مفهومنا للبعض الآخر. وكلما تحسنت قياسات هذه العوامل كلما انكشفت بعض أسرار الطقس وأصبحت التوقعات المستقبلية أقرب للواقع.

تحمل أقمار الطقس العديد من المجسات لقراءة عناصر الجو المختلفة، ومن أشهرها راديومتر المسح الدوّامي للأشعة المرئية وتحت الحمراء (Visible and Infrared Spin Scan Radiometer - VISSR)، هو جهاز لقياس كثافة الطاقة الإشعاعية في نطاق الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء. يدور هذا المجس حول نفسه بسرعة عالية تقدر بحوالي ١٠٠ لفة في الدقيقة لمسح الأرض من الغرب إلى الشرق. وتتحرك مرآة المجس للمسح من الشمال إلى الجنوب، بمعدل أقل من واحد من الألف من الدرجة لكل لفة للمجس.

يقيس المجس في كل دورة مقدار الطاقة الإشعاعية المنعكسة أو المنبعثة من الأرض في النطاق البصري (الضوء المرئي) والأشعة تحت الحمراء، فيلتقط المجس الطيف البصري من الأرض والذي هو انعكاس لضوء الشمس، كما يلتقط الحرارة المنبعثة من سطح الأرض وأعالي الغيوم على شكل أشعة تحت حمراء في النهار والليل، ثم يحوّل المجس كمية الطاقة المقروءة (البصرية أو الحرارية) إلى إشارات كهربائية.

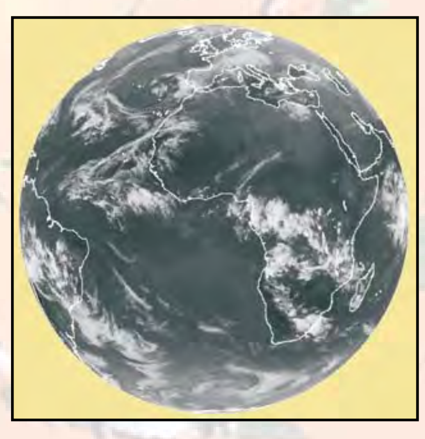
توضح صور الطيف البصري أن



■ شكل (٢) صورة بصرية .

المناطق المغطاة بالسحب تكون بيضاء، بينما تكون المناطق الصحوة رمادية، شكل (٢) . وكلما زادت كثافة السحب زاد الضوء المنعكس وأصبحت أكثر بياضا. من جانب أخر تبين صور المجسات تحت الحمراء ـ تستخدم في معظم النشرات الجوية التلفزيونية ـ اختلاف الحرارة، فالألوان الداكنة تبين المناطق الدافئة، كما يمكن بهذا المجس قياس ارتفاع السحب لأن السحب المنخفضة تكون عادة أسخن من المرتفعة لذا فهي تبث إشعاعات أكثر. لذا تبدو السحب المنخفضة رمادية اللون بينما السحب المرتفعة بيضاء، كما في الشكل (٣).

يقرأ المجس في كل دورة له خطاً من الصورة، تتكون الصورة النهائية من آلاف الخطوط. ويستطيع المجس إنتاج صورة لمنطقة التغطية الأرضية كل عشرين دقيقة، ويرسلها للأرض على شكل صورة أسود وأبيض. تعبر هذه الصور عن معلومات الطقس،حيث يترجم التغيرفي درجات



■ شكل (٣) صورة حرارية .

الحرارة إلى تغير في تدرجات اللون الرمادي، وبذلك يتمكن محللو الطقس من الاستفادة من هذه الصور في تحديد ومتابعة الظواهر الجوية العنيفة مثل الأعاصير والأمطار الشديدة، وتوقع الكوارث الجوية قبل أن تصل إلى المناطق المأهولة.

وأحيانا تستخدم الألوان في التعبير عن درجات الحرارة وتكون الصورة النهائية أكثر وضوحاً. يلعب الحاسب الآلي دوراً مهما في القيام بالعمليات الحسابية المعقدة، وأصبح في الإمكان بواسطته توقع الطقس لسبعة أيام قادمة بدقة عالية.

وهناك نوع آخر من مجسات أقمار الطقس يضيف بعداً ثالثاً لصورة الطقس هو مسبار (Visible and Infrared Atmospheric Sounder-VAS) الذي يقيس الحرارة الرأسية في كل طبقة من طبقات الغلاف الجوي. وهو نسخة مطورة من مجس (VISSR)، حيث يتمكن من خلال هذه الصور إنتاج صور ثلاثية الأبعاد للسحب تعمل على تحسن توقعات الطقس بشكل واضح. تبلغ دقة الصورة ٩٠٠ م في المدى البصري و ٤٣٠٠ م في المدى الحراري (الأشعة تحت الحمراء).

مدارات أقمار الطقس

تدور أقمار الطقس إما على المدار الثابت أو القطبي.

أقمار المدار الثابت

تغطي أقمار الطقس في المدار الثابت دائما نفس المنطقة ذات المساحة الكبيرة، وهي تأخذ باستمرار صوراً للأرض لعرض حركة السحب والعواصف. تمتاز هذه الأقمار بقدرتها على المراقبة الدائمة لمنطقة التغطية، أي أنها ترصد التغيرات اللحظية لبعض الظواهر الجوية السريعة الحركة. يتطلب الأمر وجود بضعة أقمار موزعة على المدار الثابت لتغطية الأرض، ولكن هذه الأقمار لا تغطي المناطق القطبية للأرض والتي تلعب دوراً في مناخها. يمسح القمر نفس المنطقة كل بضعة ساعات مما يسمح بملاحظة التغيرات المناخية وعرض صور متحركة لتلك المنطقة توضح تغير الطقس خلال اليوم، وهو ما نشاهده في نشرات الأخبار التلفزيونية.



أقمار المدار القطبي

تعطي أقمار الطقس في المدار القطبي معلومات تفصيلية أكثر عن المناطق التي تمر فوقها، ولكنها تغطي منطقة صغيرة من الأرض، ولا تغطي كل الأرض إلا بعد عدة دورات حول الأرض أي بعد فترة زمنية طويلة. تدور أقمار الطقس القطبية في مدار متزامن شمسياً، فهي تمر فوق أي منطقة في الوقت نفسه من اليوم تقريبا. فمثلاً تمر الساعة التاسعة صباحاً فوق مدينة الرياض (بتوقيتها المحلي) يومياً. تستقبل المحطة الأرضية صور القمر عند مروره فوق المناطق التي تبعد عنها بأقل من ٢٥٠٠ كم فقط. ولأن القمر لا يستمر في تصوير نفس المنطقة، فإنه يستحيل عرض صور متحركة لتلك المنطقة.

أقمار الطقس الحالية

تدور حول الأرض العشرات من أقمار الطقس التابعة للعديد من الدول في المدارات الثابتة والقطبية، ومن أشهرها أقمار (GEOS) الأمريكية. تتكون منظومة أقمار الطقس من قمرين في المدار القطبي المتزامن، يدوران في مدار دائري على ارتفاعين، الأول ٨٣٠ كم والثاني ٨٧٠ كم. يمسح القمران الأرض كل ٦ ساعات، ويرسلا معلوماتهما إلى محطات في مختلف دول العالم.

تقوم مجموعة من الأجهزة بقياسات متعددة للأرض والغلاف الجوي والغيوم والإشعاعات الشمسية والكونية. وتحمل مجسات بصرية وتحت حمراء، ومجسات فوق بنفسجية لقياس طبقة الأوزون فوق القطبين. كما تحمل بعض الأقمار أجهزة بحث وإنقاذ، وأجهزة جمع معلومات الطقس الأرضية.

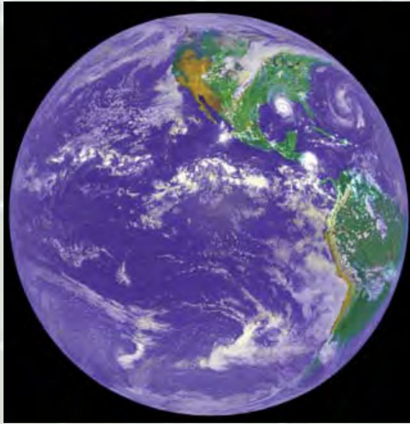
توجد في المدار الثابت أقمار الطقس الأمريكية (GOES) وتتكون حالياً من أربعة أقمار، اثنين منها أساسية يقعان في المدارين ٧٥ و ١٣٥ غربا، والآخرين احتياطية.

تحمل أقمار (GOES) - تزن حوالي الطنين - مجسات بصرية وتحت حمراء (VISSR) ومسبار (VAS). وتحمل أيضاً مجسات لقياس انبعاث الجزيئات الشمسية لدراسة تأثيرها على أقمار الاتصالات، حيث يتم التقاط البروتونات الشمسية وجزيئات ألفا والإلكترونات الشمسية والأشعة السينية والمجال المغناطيسي.

تقوم أقمار (GOES) بدور آخر، هو: تحويل معلومات الطقس من المحطات الأرضية النائية في الصحاري والمحيطات إلى محطات تجميع تلك المعلومات. وبذلك تقوم بعمل أقمار الاتصالات لكنها تقتصر على نقل معلومات الطقس فقط. وهكذا تتكامل قراءات القمر مع قراءات المحطات الأرضية لتعطي صورة أفضل عن



■ شكل (٤) مناطق تغطية أقمار (GOES).



■ شكل (٥) صورة من القمر GEOS-7 .

الجو. كما تحمل بعض الأقمار أجهزة مختلفة مثل أجهزة البحث والإنقاذ وأجهزة استقبال القياسات من الأجهزة الأرضية لتحويلها إلى محطات التحكم الأرضية.

تُجري الأقمار أربع قياسات كاملة للولايات المتحدة في كل ساعة، وذلك خلال الأوقات العادية. لكن عند الظروف الجوية الخطرة يستطيع القمر مسح منطقة محددة كل دقيقة فقط.

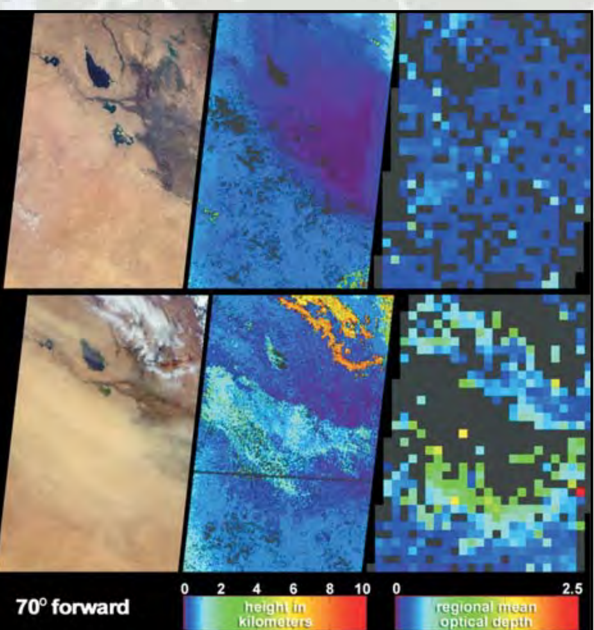
يوضح الشكل (٥) صورة من أحد أقمار (GEOS) مأخوذة في عام، ١٩٩٢م حيث توضح الصورة إعصار أندرو الذي ضرب ولاية لويزيانا.

أطلقت وكالة ناسا بالاشتراك مع هيئات دولية مجموعة من أقمار (GEOS) لقياس عناصر خاصة، خُصص كل قمر لدراسة أحد العناصر. يمثل الجدول(١) أهم ملامح النظام.

يبين الشكل (٦)صورتين لمنطقة الخليج العربي من القمر تيرا (Terra) أُخذتا بواسطة مستشعر يقيس كمية الغبار

القمر	تاريخ الإطلاق	القياسات
Terra	١٩٩٩	السحب والهباء
Aqua	٢٠٠٢	سحب، مياه سطحية، محيطات
Aura	٢٠٠٤	التركيب الكيميائي للغلاف الجوي
Cloudsat	٢٠٠٤	السحب
Calipso	٢٠٠٤	السحب والهباء
Parasol	٢٠٠٥	السحب والهباء
OCO	٢٠٠٨	ثاني أكسيد الكربون

■ جدول (١) ملامح أقمار (GEOS).



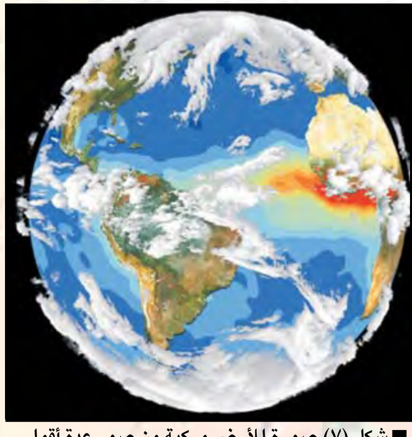
■ شكل (٦) صور من القمر تيرا لشمال الخليج العربي .

وارتفاعه عن سطح الأرض. حيث كانت السماء صافية في الصورة الأولى (الصف العلوي) في ١١/٤/٢٠٠٤م، بينما غطت عاصفة رملية شمال المملكة العربية السعودية وجنوب العراق في ١٣/٥/ ٢٠٠٤ (الصف السفلي). توضح الصورتان في العمود الأيسر تأثير الغبار حيث اختفت بحيرة الرزازة في جنوب العراق.

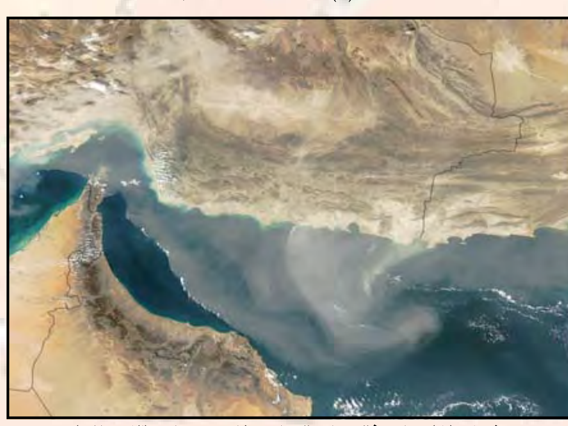
كذلك توضح الصور الناتجة بعد عمليات المعالجة (العمود الأوسط) السحب والغبار حسب ارتفاعها عن سطح الأرض حيث يتضح من الصورة السفلى: أن ارتفاع الغبار أقل من كيلومترين. بينما تبين صور المعالجة الأخرى الهباء وارتفاعه (العمود الأيمن) وتوضح المناطق ذات الكثافة العالية (اللون الأصفر والأخضر).

من جانب أخر أطلقت وكالة الفضاء الأوروبية عدداً من أقمار الطقس متيوسات(Meteosat) منذ عام ١٩٧٧م في المدار الثابت. جُهزت هذه الأقمار برادومتر يمسح ثلاث نطاقات بصرية وحرارية. يحمل القمر الحالي رادومتر فيه ١٢ قناة، وجهاز لقياس الإشعاعات الأرضية. تبلغ دقة الصور البصرية حوالي ١ كم والحرارية حوالي ٣ كم.

طورت روسيا واليابان والصين والهند عدداً آخر من أقمار الطقس كما طورت دول أخرى أقماراً جديدة. يوضح الشكل (٧) صورة لطقس الأرض مركبة من معلومات جمعت من خمسة أقمار عالمية، أما شكل (٨) فيوضح العاصفة الترابية التي ضربت خليج عمان عام ٢٠٠٣م.



■ شكل (٧) صورة للأرض مركبة من صور عدة أقمار .



■ شكل (٨) عاصفة ترابية على خليج عمان (٢٠٠٣م) .

المراصد الفضائية الفلكية

إعداد : د. زكي عبدالرحمن المصطفى

تعد الإشعاعات المنبعثة من الأجرام السماوية من أهم الوسائل المستخدمة لدراسة هذه الأجرام ، وتقع تلك الإشعاعات ضمن نطاقات موجية محددة، منها نطاق الضوء المرئي الذي يمكن للعين البشرية أن ترصده، ونطاقات أخرى لا يمكن للعين البشرية أن ترصدها ، مثل، الإشعاعات التي تقع في نطاقات الموجات الراديوية وفوق البنفسجية والأشعة السينية . وبدراسة الإشعاعات المنبعثة من الأجرام السماوية ؛ فإنه يمكن الحصول على معلومات مهمة عنها ، ومن أمثلة ذلك الجرم السماوي وحجمه وعمره وبعده عن الأرض.

يتم دراسة الأجرام السماوية إما باستخدام المراصد الفلكية الأرضية المركبة في مكان ما على الأرض ، أو المراصد الفضائية الموجودة خارج الغلاف الجوي للأرض. وتمتاز المراصد الفضائية بأنها تلغي تأثير الغلاف الجوي الذي يحجب إشعاعات الأجرام السماوية في بعض الأطوال الموجية المختلفة وخصوصاً القصير منها ، مثل فوق البنفسجية والسينية.

وهناك عدة أنواع من المراصد الفلكية الفضائية بحسب نوع الاستخدام ، وذلك وفقاً لما يلي:

١- دراسة الشمس مثل مرصد سوهو.

٢- دراسة عامة للأجرام السماوية على مختلف أنواعها (سدم، مجرات، كواكب، نجوم، مذنبات،...إلخ) مثل مرصد هبل .

٣- دراسة كواكب محددة.

٤- دراسة لعمل خرائط وبث صور ومعلومات مختلفة عن الكواكب مثل بايونير ، ومارينير، ومنها مايصل إلى سطح بعض الكواكب مثل فايكنج وباثفايندر.

٥- دراسة القمر مثل لونر.

تزود المراصد المذكورة - في الغالب - بأجهزة كشف خاصة ترصد الإشعاعات الصادرة من تلك الأجرام في أطوال موجية مختلفة بما فيها الضوء المرئي.

يستفاد من تقنية المراصد الفضائية في دراسة الظواهر الكونية ، مثل الثقوب السوداء ودراسة السدم والمجرات ، بالإضافة إلى دراسة مواطن ولادة وموت النجوم ، مما ساعد في المزيد من الفهم لما يدور في الفضاء الخارجي. وبذلك اكتشف علماء الفلك أن نافذة جديدة قد فتحت في سبيل البحث العلمي؛ أدت إلى قفزة علمية ظهر أثرها بعد مقارنة الصور الملتقطة عن طريق المراصد الفضائية بالصور الأرضية.

يتناول هذا المقال المراصد الفضائية من حيث أنواعها وما تنجزه من مهام، ورصد ما يزخر به الفضاء من ظواهر فلكية، لم يكن من الممكن معرفتها لولا تلك المراصد، وهي كما يلي:



● المرصد الفلكي هبل.



● حشد نجمي في إحدى المجرات تم رصده بواسطة هبل.

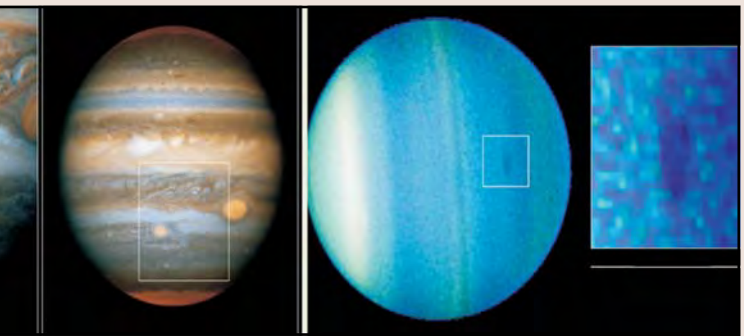
مرصد هبل الفضائي

تم إطلاق المرصد الفلكي هبل ، المختص بالتصوير الفلكي في ٢٤ أبريل ١٩٩٠م . ولقد أطلق عليه هبل تيمناً بالعالم الفلكي **إيدوين هبل**. ولقد وضع في مدار حول الأرض يبعد حوالي ٥٧٦ كيلومتر.

ويعد مرصد هبل الفضائي من أوائل وأشهر المراصد الفضائية التي أطلقت على الرغم من الصعوبات التي واجهها في بداية تشغيله ، ومنها استبدال الكاميرات الحساسة التي كان يستخدمها بأخرى أكثر دقة وحساسية وذلك في ديسمبر ١٩٩٣م.

أدت المعلومات المهمة التي أرسلها مرصد هبل الفضائي إلى تطور في فهم الثقوب السوداء ، خصوصاً إذا علمنا أنه لا يمكن الحصول على معلومات دقيقة عنها باستخدام المراصد الأرضية.

ولم يقتصر استخدام مرصد هبل فقط



● صور بعض الكواكب الشمسية التي التقطها مرصد هبل.

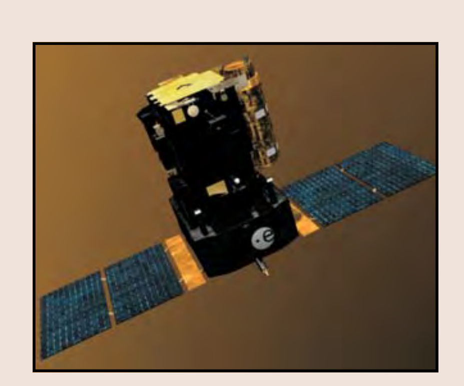


● بقايا نجم مستعر منفجر رصد بمرصد شاندرا.

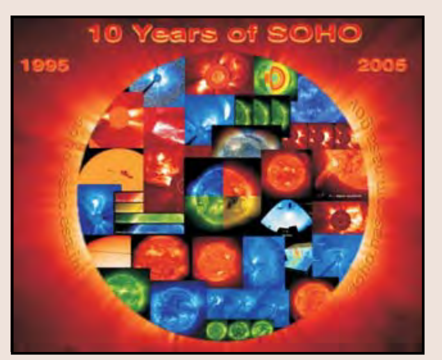
بالفضاء النجمي، ولكن كان له دور في دراسة كواكب المجموعة الشمسية.

مرصد سوهو الفضائي

تم في ٢ ديسمبر ١٩٩٥م، إرسال أول مرصد فضائي مخصص لدراسة الشمس أطلق عليه اسم سوهو (SOHO)، حيث وصل مداره بعد أربعة أشهر على بعد مليون ونصف كيلومتر من الأرض، وهو مرصد يتابع النشاطات الشمسية، في أطوال موجية مختلفة ومن ضمنها الضوء المرئي، كما يرصد أي تغير، ويرسل الصور والمعلومات عن الشمس بشكل مستمر، كما إنه يدرس العلاقة بين البيئة الأرضية والشمسية، مما ساعد على فهم فيزياء الشمس بشكل أدق، وتطبيق ذلك على النجوم البعيدة. حيث ساهم في نشر عدد ضخم من الأبحاث المتعلقة بالشمس بشكل عام.



● مرصد سوهو.



● بعض الصور التي التقطها سوهو.

مرصد شاندرا للأشعة السينية

سمي هذا المرصد على اسم عالم الفلك الفيزيائي **صبر همانيان شاندراسيكر** (١٩١٠-١٩٩٥) الذي نال جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٨٣م، ويعتبر هذا المرصد الفضائي أقوى مرصد على المستوى العالمي في الرصد بالأشعة السينية. أطلق المرصد في ١٩٩٩/٧/٢٣م، حيث صمم لرصد الأشعة السينية من الأجسام ذات الطاقات العالية، مثل بقايا النجوم المستعرة. ويدور هذا المرصد في مدار حول الأرض على ارتفاع أكثر من ثلث المسافة بين الأرض والقمر، أي حوالي ١٣٩ألف كلم.



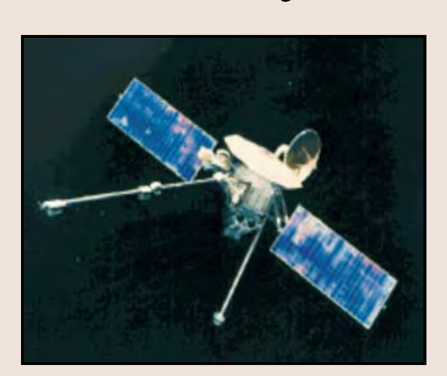
● مرصد شاندرا.

رحلات المركبات الفضائية

قامت المراصد الفضائية بدور عظيم في كشف المزيد من الأسرار المتعلقة بالكواكب والظواهر الفلكية، ومن أهم الكواكب التي قامت المركبات الفضائية بدراستها، جدول (١)، ما يلي:

● **عطارد**

حاول الإنسان معرفة الكثير عن هذا الكوكب بإرسال المركبات الفضائية التي تكشف بإذن الله أسراره. وتعد مسنجر أحدث رحلة فضائية إلى عطارد حيث من المتوقع أن تستمر حتى عام ٢٠٠٩م بإذن الله، وهي ثاني رحلة استكشافية بعد رحلة مارينر-١٠ والتي كانت في الفترة من ١٩٧٤م إلى ١٩٧٥م والتي غطت فقط نصف سطح الكوكب المذكور. ومن



● صورة للمركبة الفضائية مارينر - ١٠.



أسم المركبة	تاريخ سنة الإطلاق (م)	تاريخ سنة الوصول (م)	الهدف	ملاحظات
لونا-٢		١٩٥٩	القمر	وصل إلى سطح القمر .
لونا-٣		١٩٥٩	القمر	أول تصوير للوجه المظلم من القمر.
مارينر-٢		١٩٦٢	الزهرة	أكدت أن الزهرة شديد الحرارة.
مارينر-٤		١٩٦٥	المريخ	التقطت أول ٢٢ صورة عن قرب للمريخ.
مارينر- ٩		١٩٧١	المريخ	أول مركبة تدور حول المريخ ، أول تصوير لقمري المريخ فوبوس وديموس.
مارينر- ١٠		١٩٧٤	الزهرة ، عطارد	أرسل إلى الزهرة لبستفيد من جاذبيتها وينطلق إلى عطارد. أول صور في النطاق فوق البنفسجي لجو الزهرة. أرسل معلومات عن كتلة عطارد ومكوناته الصخرية.
بايونير- ١٠		١٩٧٣	المشتري	أول مركبة دارت حول المشتري. آخر الصور التي وصلت في ٣١/٣/١٩٩٧م ، وتعتبر أول مركبة تنطلق إلى الفضاء النجمي (خارج المجموعة الشمسية).
بايونير- ١١		١٩٧٤	المشتري	وصلت المركبة إلى زحل ١٩٧٩م ، وتعبر أول من درس زحل. آخر اتصال بها كان عام ١٩٩٥م ، صممت مركبات بايونير في الأصل لمعرفة إمكانية الصمود عند عبورها حزام الكويكبات والمجال المغناطيسي للمشتري.
فينيرا-٧		١٩٧٠	الزهرة	أول صور لسطح الكوكب.
فينيرا- ٩		١٩٧٥	الزهرة	أول هبوط على سطح الكوكب.
فايكنج- ١	١٩٧٥	١٩٧٦	المريخ	وصلت المركبة إلى سطح المريخ ، وأرسلت معلومات عن إمكانية وجود حياة أولية علية.
فايكنج- ٢	١٩٧٥	١٩٧٦	المريخ	أكمل مهمة فايكنج ١ ، بالإضافة إلى تسجيل هزات زلزالية على السطح.
فويجر- ١	١٩٧٧	١٩٧٩	المشتري	واصل الانطلاق ووصل زحل في ١٩/١١/١٩٨٠م.
فويجر- ٢	١٩٧٧	١٩٧٩	المشتري	واصل الانطلاق إلى زحل ٢٦/٨/١٩٨١م ، ومن يورانس ٢٤/١/١٩٨٦م ، ومن ثم نبتون ٨/٨/١٩٨٩م.
باث فايندر	١٩٩٦	١٩٩٧	المريخ	هبوط ناجح على سطح المريخ ، مع التجول على سطحه.
بايونير الزهرة		١٩٧٨	الزهرة	عمل خارطة للسطح عالية الوضوح.
ماجلان	١٩٨٩		الزهرة	عمل خارطة للسطح غطت حوالي ٩٨٪ من مساحة السطح. عمل خارطة للمجال الجاذبية غطت حوالي ٩٥٪ من مساحة السطح.
يوليسس	١٩٩٠		الشمس	دراسة المناطق القطبية للشمس.
كاسيني	١٩٩٧		زحل	دار حول زحل ورصد القمر تيتان.

• جدول (١) أهم الكواكب التي رصدت بالمركبات الفضائية.

المتوقع أن تغطي مسنجر أغلب مساحة الكوكب وستعطي معلومات مهمة عنه.

• الزهرة

بلغ مجموع الرحلات التي أرسلت لكشف أسرار هذا الكوكب منذ عام ١٩٦٢م عشرون رحلة ، وكانت أول مركبة فضائية أرسلت إليه هي مارينر – ٢ .

تلى ذلك عدد من الرحلات من بينها:

١- بايونير- الزهرة عام ١٩٧٨م التي أرسلت أول خارطة دقيقة لسطح الزهرة، والمركبة الروسية فينيرا – ٧ التي أرسلت عام ١٩٧٠م ، وتعتبر أول مركبة تهبط على كوكب آخر غير الأرض.

٣- فينيرا – ٩ التي أطلقت عام ١٩٧٥م وأرسلت أول صورة لسطح الزهرة.

• أول صورة لسطح الزهرة بالمركبة الفضائية فينيرا-٩ .

• المركبة الفضائية أبلو – ١١ .

٤- المركبة الأمريكية ماجلان ، وتعد أخر الرحلات الاستكشافية إلى الزهرة ، والتي أطلقت عام ١٩٨٩م ووضعت خارطة لحوالي ٩٨٪ من سطحه.

• القمر

تمكن الإنسان من طبع تأثيره على القمر بعد أن وصل إليه في ٢٠ يوليو ١٩٦٩م في رحلة أبلو – ١١ الفضائية الشهيرة ، حيث تمكن رواد الفضاء من السير على سطحه .

بلغ عدد رحلات أبلو مجتمعة إحدى عشر رحلة جمعت ما يقارب ٣٨٢ كيلوجرام من الحجارة والرمال القمرية ، وتعد رحلة أبلو–١٧ في ١٤ ديسمبر ١٩٧٢م آخر رحلات أبلولو الاستكشافية.

وعلى الرغم من شهرة الولايات التحدة الأمريكية في غزو الفضاء إلا أن الاتحاد السوفيتي قد سبقها إلى القمر في رحلة لونا٢ عام ١٩٥٩م.

ولم تتوقف رحلات استكشاف القمر ،



• صورة لآثار رواد الفضاء على سطح القمر.



● المركبة لونر ـ بروسبكتور تحلق فوق سطح القمر.

حيث أرسلت المركبة كليمنتين عام ١٩٩٤م، والمركبة لونر–بروسبكتور عام ١٩٩٩م.

● **المريخ**

غزا الإنسان المريخ منذ ١٩٦٠م أكثر من ثلاثين مرة ، من أهمها مايلي:

١– بين عامي ١٩٦٠م و ١٩٦٢م ، قام الاتحاد السوفييتي بأربع رحلات لكنها فشلت في الوصول إلى الكوكب الأحمر.

٢– أرسلت أمريكا رحلات مارينير ، والتي بدأت منذ عام ١٩٦٤م وتمكنت مركبة مارينير–٤ آنذاك من تصوير المريخ. أما مارينير٩ أول مركبة تخترق مدار المريخ.



● أبور شنتي.

٣– في الفترة بين ١٩٧١م و١٩٧٣م تمكن الروس من إنزال مركبتين هما مارس–٣ و٦

٤– في الفترة مابين ١٩٧٦م و١٩٨٠م ، هبطت المركبتان فايكنج ١ و٢ على سطح المريخ.

٥– في عام ١٩٩٧م ، هبطت على سطح المريخ المركبة الشهيرة باثفايندر .

● المركبة كاسيني حول كوكب المشتري

٦– في يناير من عام ٢٠٠٤م ، تمكنت وكالة الفضاء الأمريكية من إنزال المركبة أبورشنتي على سطح المريخ ، وتم الاتصال بها بنجاح ، كما قام الأوربيون بإنزال المركبة الأوربية بيجل٢ بالتزامن مع إنزال المركبة الأمريكية المذكورة ولكنهم لم يتمكنوا من الاتصال بها.

● **المشتري**

حاول الإنسان الوصول إلى عملاق كواكب المجموعة الشمسية المشتري ، حيث وصلته المركبة جاليليو في ديسمبر ١٩٩٥م، التي أرسلت في الرحلة الفضائية لمكوك الفضاء أتلنتس عام ١٩٨٩م ، وقد استمرت حتى عام ٢٠٠٣م، جاليلو في الدوران حول المشتري وإرسال المعلومات المهمة عنه – الغلاف الجوي والتوابع (الأقمار) والمجال المغناطيسي– إلى الأرض.

لم تكن زيارة المركبة جاليليو للمشتري الوحيدة ، فلقد زار هذا الكوكب عدة مركبات هي:

١– بايونير–١٠ ، عام ١٩٧٣م .

٢– بايونير–١١ وفويجر١ وفويجر٢ ، عام ١٩٧٩م التي أطلقت في ٢٠ أغسطس ١٩٧٧م .

٣– المركبة يوليسس التي أُرسلت عن طريق مركبة الفضاء ديسكفَري في أكتوبر ١٩٩٠م .

٤– مرصد الفضاء هبل الذي يتم تصوير الكوكب المذكور عند إطلاقه عام ١٩٩٠م.

● **زحل**

تمت زيارة كوكب زحل عدة مرات عن طريق المركبات الفضائية بايونير–١١ عام ١٩٧٩م، وفويجر–١و٢، في أغسطس ١٩٨١م ، بالإضافة إلى المركبة كاسيني عام ٢٠٠٤م.

● **يورانس**

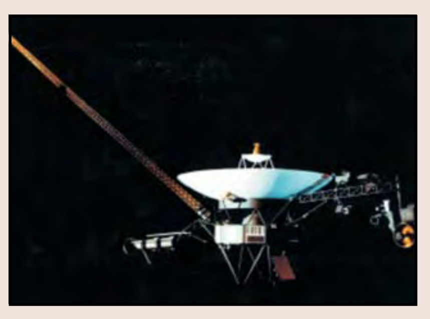
زارت المركبة فويجر–٢ كوكب



● بيجل–٢.



● بايونير–١٠ و–١١



● المركبة فويجر–٢ .

● بقعة داكنة في كوكب نبتون.

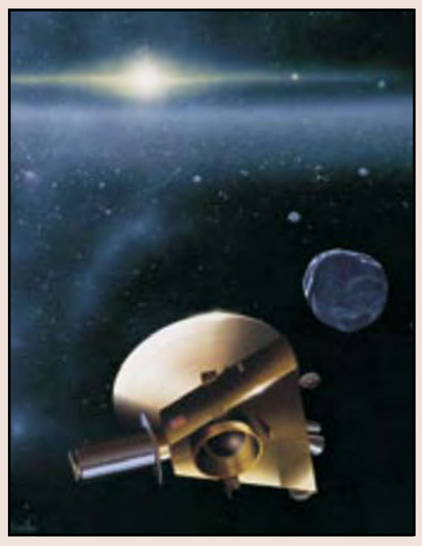
يورانوس واقتربت منه، وذلك في ٢٤ يناير ١٩٨٦م، حيث تم تصوير هذا الكوكب عن طريق مرصد هبل الفضائي.

● نبتون

واصلت المركبة فويجر -٢، استكشافها لأغوار المجموعة الشمسية، وذلك بالوصول إلى هذا الكوكب في ٢٥ أغسطس ١٩٨٩م. اكتشفت فويجر ٢ بقعة داكنة عملاقة يصل حجمها إلى نصف حجم البقعة الحمراء العظيمة على كوكب المشتري ويقارب قطرها من قطر الأرض.

● بلوتو

على الرغم من أن المجتمع الفلكي قد أسقط بلوتو من قائمة كواكب المجموعة الشمسية أخيراً، ونظراً لبعد هذا الكوكب القزم فإنه يعد الوحيد الذي لم تصله المركبات الفضائية حتى الآن، ومن المتوقع أن ترسل المركبة الأفق الجديد (new horizon) إلى كوكب بلوتو وذلك عام ٢٠٠٦م بإذن الله.



● الأفق الجديد (new horizon).

الجديد في العلوم والتقنية
الجديد في العلوم والتقنية
الجديد في العلوم والتقنية
الجديد في العلوم والتقنية

مضار مضادات الحموضة

أشارت دراسة حديثة أن تناول مضادات حموضة المعدة يمكن أن يزيد من حالات كسور عظام الورك عند الكبار.

تعد العقاقير المثبطة لضخ البروتونات (Proton- Pump Inhibitors-PPI) الموجودة في الصيدلية. يمكن اعطاءها سواء بوصفة طبية أو غير ذلك. مثل عقار البرلوسك (Prilosec) والنكسيوم (Nexium) أكثر فعالية في إزالة حموضة المعدة من عقاقير الزنتاك (Zantac) أو الببسيد (Pepcid) التي تزيل الحموضة بآلية مختلفة عن الآلية التي تعمل بها عقاقير (PPI).

أظهرت دراسات سابقة أن الاشخاص الذين يتناولون عقاقير (PPI) لديهم قابلية للتعرض لكسور العظام. ولحسم هذا الموضوع قام الباحثون بدراسة السجلات الطبية الموجودة في قاعدة البيانات الطبية البريطانية، حيث اختاروا ١٣،٥٥٦ شخصاً في عمر ٥٠ عاماً أو يزيد كانوا يعانون من كسور في الورك يقابلهم ١٣٥ ألف في نفس الفئة العمرية ولكن لايعانون من تلك الكسور، ومن وقائع سجلات المجموعتين أمكن لفريق البحث تحديد الأشخاص الذين كانوا يتناولون عقاقير (PPI)، والزنتاك إضافة للأشخاص الذين لم يسبق لهم تناول العقاقير المذكورة.

أظهرت نتائج تحليل السجلات المذكورة أن الأشخاص الذين كانوا يتناولون جرعات كبيرة من عقاقير (PPI) لأكثر من عام معرضون لكسور في الورك بحوالي ٢،٦ مرة مقارنة بالذين لم يتناولوها.

كما أظهرت الدراسة أن الأشخاص الذين كانوا يتناولون جرعات منخفضة من عقاقير (PPI) بانتظام لمدة عام إلى أربعة أعوام معرضون بحوالي ١،٢ إلى ١،٦ مرة لكسور الورك مقارنة برصفائهم الذين لم يتناولوها. أما عقاقير الزنتاك فبالرغم من أنها سببت كسور عظام الورك عند الذين تناولوها لنفس المدة إلا أن تأثيرها كان أقل مقارنة بعقاقير الـ (PPI).

ويذكر **ديفد متز (David C. Metz)** من كلية الطب في جامعة بنسلفانيا الأمريكية أن عقاقير (PPI) تكون أكثر فاعلية في البيئة شديدة الحامضية، مما يشير إلى أن تفاعلها سيكون محصوراً في المعدة حيث الحامضية الشديدة. وعندما تعمل عقاقير (PPI) في تخفيض حرقان القلب (Heartburn) الناتج عن الحموضة فإنها قد تتسبب في تثبيط أو إيقاف تفاعلات أخرى. فمثلا من محاسن الحموضة في المعدة أنها تذيب مركبات الكالسيوم التي تحتاجها أجزاء أخرى من الجسم. ويضيف متز أن الزيادة الملحوظة في كسور العظام قد تكون بسبب أن تناول عقاقير (PPI) - في المقام الأول- وعقاقير الزنتاك قد قلل من كمية الكالسيوم التي يحتاجها الجسم لبناء العظام.

من جانب آخر يرى **روبرت هيني (Robert P. Heaney)** من جامعة نبراسكا أن حموضة المعدة قد لاتكون مطلوبة لامتصاص الكالسيوم بواسطة الجسم، وفي هذه الحالة فإن نتائج الدراسة المذكورة قد تشير إلى أن (PPI) يثبط عملية تكسير وبناء العظام من خلال تقليله للأحماض التي تنتجها الخلايا الماصة للعظم (Osteo- clasts)، وبالتالي تمنع تجدد العظام.

كذلك خلصت دراسة بالدنمارك - أجريت عام ٢٠٠٦م - قام بها **بيتر فيسترجارد (Peter Vestergaard)** أن هناك علاقة بين تناول عقاقير (PPI) وكسور العظام. وعليه فإن هذه الدراسة والتي قبلها - حسب **فيستر جارد** - قد تضع تساؤلات عدة حول الآثار السلبية لعقاقير (PPI) خاصة عند تناولها لفترات طويلة. ولايقلل **متز** من أهمية عقار (PPI) للذين يحتاجونه، ولكنه يرى ضرورة قياس كثافة العظام عند الأشخاص الذين يتناولونه.

المصدر:-

http://www.scincenews.org/articles/20070106/fobl.asp



أقمار الهواة

م. عبدالله العنقري
م. عبدالرحمن البشر
م. مهند البريدي

أقمار الهواة هي أقمار مصممة ومبنية خصيصاً لاستخدام هواة الاتصالات، وهي غير تجارية، وتهدف إلى تحقيق عدة فوائد، منها: تمكين هواة الراديو من الاتصال ببعضهم لمسافات بعيدة (آلاف الكيلومترات) بتجهيزات يسيرة، كما أنها تشجع الجيل الناشيء على الدخول في مجالات تقنية الفضاء، وتوفر لهواة الاتصالات بيئة تجارب، وتوفر لطلاب الجامعات والمدارس مواد لبرامج تعليمية عملية؛ تتيح لهم الاستفادة من التطبيقات المختلفة التي يتم تطويرها باستمرار، وكذلك تطوير تقنيات جديدة لاستخدامها في أقمار مستقبلية بتكاليف منخفضة.

يمكن للهواة الاتصال ببعضهم عبر أقمار الهواة عند وجودهم داخل منطقة تغطية القمر سواء بالصوت أو بتبادل بيانات أو إشارت مورس. كما يستطيع الهواة استقبال صور فضائية للأرض من بعض الأقمار، مثل أقمار الطقس. كذلك يمكن للهواة الاتصال بالأقمار لأخذ بيانات وقياسات القمر مثل: درجة حرارة أجزاء القمر لمعرفة البيئة الفضائية، وحركة القمر ودراسة الظواهر الفيزيائية المختلفة.

يعد القمر الصناعي (OSCAR-1) - اختصاراً للعبارة "القمر الاصطناعي الحامل لراديو الهواة" الذي أطلق في عام ١٩٦١م - أول أقمار الهواة، وكانت مهمته إرسال كلمة ترحيبية (HI-HI) باستخدام إشارة مورس إلى الأرض، حيث يتم تغيير تكرار الكلمة المرسلة حسب درجة حرارة القمر؛ وبذلك يتمكن الهواة من معرفة درجة الحرارة وطبيعة انتقال الموجات عبر طبقات الجو، وقد ظل القمر يعمل في مداره لمدة ٢٠ يوماً.

توالى إطلاق أقمار الهواة بعد ذلك تحت أسماء أوسكار مردوفة برقم تسلسلي، فمثلاً رُمز للأقمار السعودية (سعودي سات - ١أ و ١ب و ١ج) عند الهواة هو (OS-41) و(OS-42) و(OS-50) اختصاراً لـ (OSCAR-SAUDISAT).

تم تقسيم أقمار الهواة - حسب تطور القمر والخدمات التي يوفرها - إلى ثلاثة أجيال، فمثلاً: يوفر الجيل الأول (Phase-1) إشارات مورس، بينما يوفر الجيل الثاني خدمات الاتصالات الصوتية، أما الجيل الثالث - مثل الأقمار السعودية - فهو الأكثر تطوراً بتوفيره خدمات الاتصالات الرقمية واستخدام الحاسب الآلي للتحكم بكافة أنظمة القمر.

بالإضافة إلى الأقمار المخصصة كلياً للهواة، توجد بعض الأقمار العلمية والتجارية التي تخصص جزءاً من خدماتها للهواة (كما هو الحال في الأقمار السعودية)، كما أن محطة الفضاء الدولية (ISS) التي تدور حول الأرض تحمل أنظمة اتصال خاصة بهواة الأقمار، ويقوم رواد الفضاء بالتحدث إلى الهواة في جميع أنحاء العالم.

يتوفر حالياً ٢١ قمراً اصطناعياً تعمل في مداراتها مخصصة لخدمة الهواة في جميع أنحاء العالم. يمكن تصنيف تلك الأقمار بحسب حالتها الصحية والخدمات التي توفرها، فمنها ما يعمل على مدار الساعة ومنها ما يعمل جزئياً بسبب تعطل بعض خدماته. وتقوم منظمة أقمار الهواة (AMSAT) بنشر حالة الأقمار في موقعها على الإنترنت (www.amsat.org) بصفة دورية استناداً إلى تقارير الهواة الذين نجحوا في الاتصال بالأقمار.

تحتوي صفحة حالة الأقمار (sat-status) بموقع (AMSAT) على معلومات التردد ونوع الخدمة التي يوفرها القمر ورمز الاتصال (Call sign) التي تحتاجها في بعض الخدمات الرقمية.

محطة الاتصال

يحتاج الهاوي لكي يتصل بأقمار الهواة إلى محطة اتصال، تتكون من أجهزة متوفرة تجاريا قليلة التكلفة متعددة الاستخدام. وتتكون محطة الهواة من العناصر التالية:

• الهوائي

يشكل الهوائي جزءاً مهماً في أنظمة الاتصالات بصفة عامة، إلا أنه يكاد يكون أهم عنصر إبداعي في حياة هواة الراديو، ويتنافس الهواة في إيصال واستقبال الإشارات من وإلى جميع أقطار العالم، باستخدام هوائيات قوية يكون بعضها قادر على استقبال الإشارات المنعكسة من سطح القمر على بعد ٣٨٦ ألف كم عن الأرض.

تستخدم محطات الهواة أنواعاً كثيرة من الهوائيات وبأشكال وأحجام مختلفة؛ وذلك لأغراض مختلفة، فهناك الهوائي المحمول، والمتنقل في العربة والثابت، والمتحرك الذي يتم توجيهه لتعقب القمر.



ويمكن أن تأخذ الهوائيات أشكال خطية (تتكون من وحدات بشكل خطوط من الأنابيب الدقيقة)، أو أشكال سطحية مثل أطباق الفضائيات التلفزيونية .

تستخدم معظم محطات هواة الأقمار الهوائي الخطي للاتصال بأقمار المدارات القريبة، وذلك لسهولة تصنيعها ذاتياً وتركيبها ، وكذلك لقلة تكلفتها ، كما أنها توفر قوة إرسال واستقبال كافية للاتصال بالأقمار القريبة.

هناك حقائق مهمة يجب معرفتها عن الهوائيات قبل اختيار الهوائي المناسب ، وهي :

* **خاصية التوجيه (الكسب الموجه):** وتقاس بالديسيبل، وتعني أن قوة الاستقبال (أو الإرسال) أكبر ما يمكن في اتجاه معين يسمى باتجاه الكسب ، وتقل قوته كلما ابتعدنا عن هذا الاتجاه.

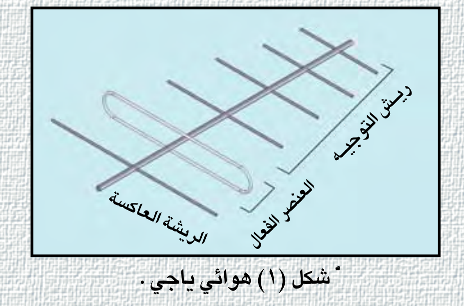
* **الاستقطاب الموجي:** ويعني تغير شدة سرعة تردد الموجات الكهرومغناطيسية على هيئة تذبذب خطي - عمودي أو أفقي - أو دائري - مع أو عكس عقارب الساعة- في الفضاء عند مرورها بنقطة ما، فإنها تستثيرها (تستقطبها) كهربائياً بحركة تذبذبية بإتجاه استقطاب الموجة.

تتناسب أبعاد وحدات الهوائي مع الطول الموجي للإشارة، فمثلا يتكون الهوائي المستخدم في مجال الترددات العالية (VHF)ذات التردد ١٣٧- ١٤٥ ميجاهيرتز من وحدات على شكل أنابيب بطول ١٠٠ سم، بينما لايتجاوز طولها في مجال الترددات فوق العالية (UHF) ٣٥ سم.

* **خصائص الاستقبال والإرسال:** ويجب أن تكون متماثلة (فيما عدا اتجاه الاستقطاب الدائري) . فمثلا: إذا كان كسب الهوائي ١٣ ديسيبل، فإن قوة إرساله أو استقباله يجب أن تكون ١٣ ديسيبل ، وإذا كان استقطاب الهوائي دائري باتجاه عقارب الساعة عند الاستقبال فإنه يكون بعكس اتجاه عقارب الساعة عند الإرسال .

يعتبر الهوائي "الياجي" - نسبة إلى الياباني (Yagi) الذي طوره أول مرة - أكثر الهوائيات انتشاراً عند هواة الأقمار الاصطناعية . وتقوم فكرته على استخدام عناصر خاملة (ريش التوجيه) لاتدخل في التقاط الموجة مباشرة، ولكنها توجه الموجة وتسلطها على العنصر الفعال ، كما تستخدم وحدة عاكسة للموجه تقع خلف العنصر الفعال ، شكل (١) .

يتم تجميع الإشارة المستقبَلة (أو المرسَلة) في نقطة التغذية، والتي تقع في منتصف العنصر الفعال . ولمّا كان استقطاب هذا النوع من الهوائيات خطي، فإن قدرته محدودة لاستقبال إشارات الأقمار ، حيث يتغير استقطاب الإشارة الخطية نتيجة لتغير اتجاه القمر بالنسبة للأرض، وبذلك يفقد الهوائي جزءاً من كسبه. كما أن بعض الأقمار تستخدم الاستقطاب الدائري الذي له التأثير السابق نفسه. وللحيلولة دون ذلك يستخدم الهواة هوائي ياجي بعناصر متعامدة تعمل كهوائيين منفصلتين لكل منهما عناصره الخاملة والفعالة . ويتم جمع الموجات الملتقطة من العنصرين الفاعلين في الهوائيين جمعاً جبرياً.



شكل (١) هوائي ياجي.

المحرك الهوائي

إن وجود أقمار الهواة على مدارات قريبة من الأرض يجعلها في حركة دائمة بالنسبة لنقطة ثابتة على سطح الأرض . لذلك يجب أن يتحرك الهوائي ليتعقب القمرعند مروره بمنطقة تغطية المحطة ، كما يجب توفير محركين، أحدهما: أفقي لتوجيه الهوائي ليدور ٣٦٠° ليغطي الاتجاهات الأربعة (شمال، شرق، جنوب، غرب)، والآخر عمودي يدور ١٨٠° لتوجيه الهوائي للأعلى والأسفل. ويتم التحكم في وجهة الهوائي بإحدى طريقتين : التحكم اليدوي ، والتحكم الآلي (باستخدام الحاسب) .

يتم - عادة- تركيب هوائيين (في النطاقين الترددين (VHF) و(UHF) على نظام تحريك واحد، وذلك بربط المحرك على عمود يحمل الهوائيين. وبذلك يمكن الاتصال بالأقمار باتجاهين ، إرسال على (VHF) واستقبال على (UHF)كما هو الحال في أغلب أقمار الهواة.

وحدة تكبير الإشارة المبدئية

تكون الإشارة المستقبلة من القمر الاصطناعي ضعيفة جداً نظراً للمسافة البعيدة التي تقطعها الموجة، وللظروف الجوية التي تواجهها ، ولذلك فإن نقلها عبر الكيبل سيفقدها جزءاً إضافيا من طاقتها؛ بسبب طبيعة التسريب في كابل نقل الإشارة . وبهذا لا يستطيع جهاز الاتصال التعامل مع إشارة بهذا الضعف . لذا يجب استخدام وحدة تكبير مبدئية (pre amplifier) كما هو الحال في استقبال الفضائيات، حيث يستخدم رأس(LNB) لتكبير الإشارة قبل نقلها عبر الكيبل المحوري . وتحتاج وحدة التكبير إلى مصدر طاقة كهربائية (١٢ فولت) لتقوم

بعملها . ولما كانت وحدة ال (LNB)تستمد طاقتها من الكيبل المحوري نفسه - وكذلك الحال مع معظم وحدات تكبير الإشارة الحديثة الصنع - فإن بعض وحدات تكبير الإشارة المبدئية تحتاج إلى مصدر طاقة منفصل. لذا يجب توفير كيبل يحتوي على سلكين لإمداد الوحدة بالطاقة الكهربائية إذا لزم الأمر . كما يجب توفير محول كهربائي لتحويل الطاقة الكهربائية من مصدر التغذية (٢٢٠ / ١١٠ فولت) إلى طاقة كهربائية ١٢ فولت). ويستخدم عادة ١٣,٨ فولت كمواصفات قياسية لأي جهاز يحتاج إلى ١٢ فولت، ويطلق عليه اصطلاحاً ١٢ فولت.

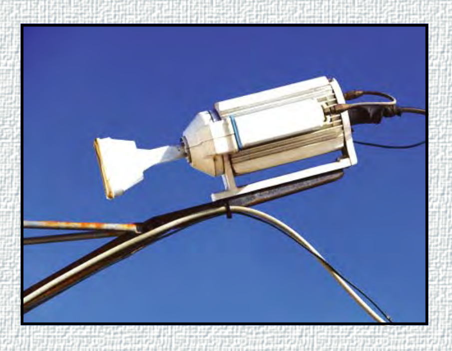
ومن المواصفات الضرورية في وحدة التكبير ما يلي :

١- نطاق تردد(UHF) تعمل فيه وحدة التكبير. حيث إن أغلب أقمار الهواة تستخدم للتردد الهابط من القمر إلى المحطة.

٢- مفتاح آلي لتمرير إشارة الإرسال والاستقبال، حيث تكون هناك حاجة لتكبير إشارة الاستقبال فقط ، أما إشارة الإرسال فعادة ما يتم تكبيرها بجهاز الراديو بطاقة عالية جداً لا تتحملها وحدة تكبير الإشارة المبدئية . ومع أن أغلب الأقمار ترسل وتستقبل على نطاقي (UHF)و (VHF) للتردد الهابط والصاعد على التوالي ، إلا أنه يجب الأخذ في الاعتبار أنه يمكن استخدم المحطة في تطبيقات أخرى تحتاج الإرسال في نطاق (UHF)، أو ربما تقوم على سبيل الخطأ بإرسال طاقة عالية على هوائي(UHF) فتحرق وحدة التكبير المبدئية.

كيبل نقل إشارة الراديو

يستخدم الكيبل المحوري لنقل الإشارات ذات التردد العالي كما هو الحال في استقبال الفضائيات . وتختلف جودة الكيبل وسعره ونطاق التردد المستخدم ،



ويوصى باستخدام كيبل (RG-8) لأنه يحافظ على الإشارة من التسريب عند نقلها لمسافات طويلة .

وحدة توصيل جهاز التحكم بالحاسب الآلي

يتم توجيه الهوائي آليا بواسطة الحاسب الآلي بربط محرك الهوائي بواسطة وحدة توصيل تقوم بترجمة الإشارات الرقمية من المخرج التسلسلي (USB) أو (COM Port) بجهاز الحاسب إلى جهاز التحكم.

جهاز الاتصال

جهاز الاتصال(Trans Reciever): عبارة عن جهاز راديو للإرسال والاستقبال يقوم باستخراج إشارة المعلومات من إشارة الراديو، والتي تكون عادة على شكل موجة صوتية يمكن سماعها عبر سماعة الراديو في حالة الاستقبال من القمر، أما عند الإرسال فيتم تحويل إشارة المعلومات إلى إشارة راديو (VHF) أو (UHF) ليتم إرسالها عبر الهوائي. وتختلف أجهزة الاتصال من حيث قدرتها على العمل في أكثر من نطاق ترددي، أومن حيث خصائصها المتعددة للتعامل مع أنماط مختلفة من التراسل (FM, SSB, CW)، كما تختلف من حيث الحجم، فمنها المحمول والمتنقل والثابت ، كماتختلف طاقة الإرسال (٥ واط ، ١٠ واط ، ٣٠ واط.. إلخ).



جهاز مودم الهواة

يعمل جهاز مودم الهواة(TNC) تماماً كأجهزة المودم المعروفة للاتصال بخدمة الإنترنت، ولكنه يختلف عنها في أنه مخصص للإرسال والاستقبال عبر الراديو بدل خط الهاتف. يحول مودم الهواة الإشارة الصوتية المنقولة عبر الراديو إلى رموز رقمية (صفر وواحد) يفهمها الحاسب الآلي ، كما أنه يقوم بتحويل الرموز الرقمية من الحاسب الآلي إلى إشارات صوتية لنقلها عبر جهاز الإرسال (الراديو) . ويستخدم مودم الهواة بروتوكول خاص (AX.25)مناسب للاتصالات اللاسلكية والفضائية .

وهناك أجهزة اتصال تشتمل على جهاز مودم منها الجهاز المحمول الشهير (TH-D7G) والمتنقل (TM-D700A)، ومنها أيضاً الأجهزة المتنقلة (DR-605T) و (DR-635T/E) التي يمكن إضافة المودم (EJ50U) إليها كطلب اختياري عند الشراء.

الحاسب الآلي والبرامج

تعد مهمة الحاسب الآلي مركزية في محطة الاتصال ، حيث يستخدم في المهام التالية :

١- ضبط ساعة التوقيت عبر الإنترنت لتلافي أي فروقات بين زمن الاتصال بالقمر والزمن المحسوب لمروره .

٢- حساب الزمن المتوقع لمرور القمر واتجاهه باستخدام برامج تتبع الأقمار .

٣- إرسال واستقبال البيانات الرقمية للقمر.

٤- توجيه الهوائي آلياً لتتبع القمر أثناء الاتصال .

٥- استقبال وعرض الصور الفضائية .

٦- تسجيل الصوت والبيانات وخزنها.

٧- التواصل مع الهواة عبر الإنترنت وتبادل الخبرات ومتابعة كل مايستجد من أخبار تهم الهاوي .

خطة بناء محطة أقمار الهواة

تعتمد خطة بناء محطة أقمار الهواة على الخطوات التالية:-

• الغاية من استخدام المحطة

يجب على الهاوي تحديد الهدف من استخدام المحطة، هل هو إرسال فقط أم إرسال واستقبال (صوتي، رقمي، صور)، حيث يعتمد ذلك على مدى الاهتمام، ثم الإمكانات المادية ومهارات الهاوي. وينعكس ذلك بشكل مباشر على خطة إنشاء المحطة.

• اختيار المكان

يجب وضع الهوائي بعيداً عن المعوقات التي تحجب رؤية القمر، وخصوصا الأجسام المعدنية والخرسانية . كما يجب الأخذ في الاعتبار المسافة التي يقطعها الكيبل للوصول إلى أجهزة المحطة التي عادة ماتكون في غرفة مغلقة تتوفر فيها أساليب الراحة . لذا يستحب أن ينصب الهوائي فوق غرفة المحطة مباشرة ، وإذا كان المبنى يتألف من عدة طوابق: يتم اختيار غرفة المحطة في الطابق العلوي ما أمكن .

• الميزانية

يجب إعداد الميزانية المالية اللازمة لتوفير كافة التجهيزات والأدوات المستخدمة ،وإذا كانت التكلفة عالية؛ ليست في مقدرة شخص واحد، فيمكن لعدة أشخاص الاشتراك في إنشاء المحطة.

• الرخصة القانونية لتشغيل المحطة

إذا كان الهدف من تشغيل المحطة للإرسال فإنه يتوجب الحصول على رخصة هواة من هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات .

نماذج لمحطات الهواة

يمكن استعراض خمسة نماذج لمحطات الاتصال تغطي أغلب اهتمامات الهواة، وتوفر مرجعاً لتقدير تكاليف بناء المحطة يساعد في التخطيط المبدئي لبناء المحطة المناسبة . وقد تم ترتيب هذه النماذج وفقاً لصعوبة بنائها ولارتفاع تكاليفها ، نبدأ من المحطة السهلة إلى الأكثر تعقيداً .

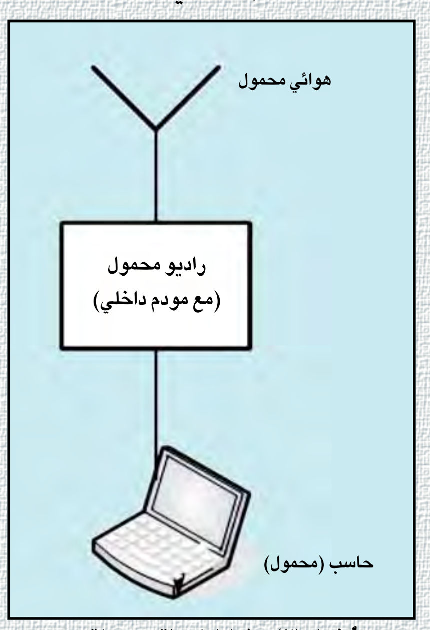
• محطة محمولة

تعد المحطة المحمولة يسيرة، وهي تتكون من ثلاثة أجزاء رئيسة هى : هوائي "السهام" (Arrow Antenna)، وجهاز تراسل محمول (يحتوي على مودم هواة) ، وجهاز حاسب ، شكل (٢) .

يستخدم هذا النموذج هوائي السهام ، - سمي بذلك: لأنه مصنوع من ريش السهام - يتكون من ثلاث ريش من أنابيب الألمنيوم الخفيفة جداً بطول حوالي متر، تغطي نطاق التردد (VHF)، و سبع ريش بطول حوالي ٣٥ سم تغطي نطاق (UHF). ويوجد مقبض يدوي يسهل حمل الهوائي وتوجيهه يدوياً نحو القمر. ومع أن هذا الهوائي خفيف جداً (حوالي ٥٤٠ جرام) إلا أن حمله لفترة ١٥ دقيقة (زمن مرور القمر) ومحاولة حفظ توازنه قد يرهق الذراع. لذا يمكن إضافة عمود توازن إلى طرف المقبض بحيث يضاعف طول الهوائي وعندها يمكن حمل الهوائي من نقطة المنتصف (أي من المقبض) ليكون حمل الهوائي المعدل مشابه لحمل رمح، وبذلك يسهل عليك توجيهه وحفظ توازنه في آن واحد (لأن ما يرهق الذراع هو حفظ التوازن وليس وزن الهوائي) .

ويمتاز هذا الهوائي - إضافة إلى خفة وزنه وسهولة فكه وتركيبه - بأنه يدمج نطاقي التردد (VHF)و (UHF) في مخرج واحد باستخدام دامج النطاق (Duplexer) الموجود في قلب المقبض . ويسهل هذا الدمج استخدام الأجهزة المحمولة، والتي تحتوي عادة على مخرج واحد فقط للهوائي بخلاف الأجهزة الثابتة والمتنقلة، والتي تحتوي على مخرجين منفصلين لنطاقي (VHF)و (UHF).

يستخدم هذا النموذج أيضاً جهاز اتصال محمول - راديو مثل (TH-7D)يمتاز بقدرته على العمل في نطاقي و (VHF) (UHF). يتم اتصال الهواة الصوتي عبر القمر باستخدام الهوائي وجهاز الاتصال



• شكل (٢) مخطط لمحطة محمولة .

الصنف	تكلفة تقريبية (بالريال)
هوائي السهام	٥٠٠
جهاز تراسل	١٢٧٥
حاسب محمول	٣٠٠٠
المجموع	٤٧٧٥

جدول (١) التكلفة التقريبية للمحطة المحمولة.

فقط. كما يحتوي جهاز الاتصال الآنف الذكر على مودم هواة داخلي يتيح الاتصال الرقمي مع الأقمار أو الشبكة الأرضية بربطه بالحاسب. يوضح جدول (١) التكلفة التقريبية للمحطة المحمولة.

محطة متنقلة

تركب هذه المحطة داخل سيارة، وهي شبيهة بالمحطة السابقة إلا أن هوائيها ثابت على سطح السيارة، ولا يمكنه تعقب القمر، وبذلك تنحصر قدرة هذه المحطة في استقبال الإشارات القوية فقط. تتكون المحطة المتنقلة من:هوائي ثنائي النطاق وجهاز تراسل وحاسب محمول.

محطة استقبال فقط

يمكن أن تكون هذه المحطة إما ثابتة أو متنقلة، مخصصة فقط لاستقبال الإشارات الفضائية. يمتاز هذا النموذج باستخدام برامج حاسوبية للتحكم بجهاز الاستقبال. كما يمتاز أيضا باستخدام أجهزة استقبال تغطي نطاق واسع جداً من الطيف الترددي. يوضح جدول (٢) مقارنة بين مكونات وتكلفة المحطة المتنقلة ومحطة الاستقبال.

محطة استقبال صور الطقس

يمكن للهواة عبر هذه المحطة التقاط الصور الفضائية التي تبين حالة الجو مباشرة من أقمار نوا "NOAA"

محطة متنقلة		محطة استقبال فقط	
الصنف	تكلفة تقريبية	الصنف	تكلفة تقريبية
هوائي السهام	٣٠٠	هوائي ثنائي النطاق	٥٢٥
جهاز تراسل	١٨٧٥	جهاز استقبال	١٨٧٥
حاسب محمول	٣٠٠٠	حاسب محمول	٢٥٠٠
المجموع	٥١٧٥	الجملة	٤٩٠٠

جدول (٢) مقارنة بين تكلفة المحطة المتنقلة ومحطة الاستقبال.

الصنف	تكلفة تقريبية (بالريال)
هوائي ثنائي متقاطع (VHF)	٤٠٠
جهاز استقبال	١٠٠٠
حاسب آلي	٢٥٠٠
المجموع	٣٩٠٠

جدول (٣) تكلفة محطة استقبال صور الطقس.

الأمريكية أو أقمار متيور (Meteor) الروسية ، وجميعها تعمل في المجال الترددي (VHF). وتتكون هذه المحطة من ثلاثة أجزاء رئيسة : هوائي ، وجهاز استقبال ، وجهاز حاسب. تختلف هذه الأجهزة عن سابقاتها باستخدامها جهاز استقبال خاص بأقمار الطقس يعمل على ترددات مخصصة لهذه الأقمار. كما أنه يستخدم موجة ذات سعه تبلغ حوالي ٤٠ كيلو هيرتز. (بما أن أجهزة الهواة تستخدم سعة موجة لا تتجاوز ٢٥ كيلو هيرتز فان الهاوي يمكنه إجراء تعديل على جهازه ليستقبل ٤٠ كيلو هيرتز ، خاصة أن هناك الكثير من المواقع على الإنترنت التى تساعد على ذلك. وبما أن أقمار الطقس تستخدم الإرسال الرقمي فهناك حاجة إلى مودم خاص "مترجم" (Decoder) للتعامل مع الإشارة) وكرت الصوت في الحاسب الآلي ليقوم بمهمة ترجمة الإشارة الرقمية، كما يمكن تحميل برامج خاصة لذلك. ويوضح جدول (٣) قائمة باحتياجات المحطة وتكلفتها التقريبية.

محطة متطورة

تحتوي هذه المحطة على إمكانات التعقب الآلي للأقمار وأجهزة اتصال وتحكم متطورة. يمكن لمثل هذه المحطة العمل كمحطة تحكم رئيسية بأقمار الهواة. وتتكون المحطة المتطورة - شكل(٣) وجدول(٤) - من الآتي:

١- هوائي ياجي ذو استقطاب دائري يعمل على نطاق التردد العالي(VHF).

الصنف	تكلفة تقريبية (بالريال)
هوائيVHF	٨٥٠
هوائيUHF	١٢٣٤
عمود فايبر جلاس عازل لحمل الهوائيات	١١٢
قاعدة هوائي(صنع محلي)	١٥٠٠
نظام محرك هوائي	٢٣٦٥
وحدة تكبير	٦٧٥
١٠٠قدم كيبل توصيل(٨أسلاك)	١٣٥
١٠٠ قدم كيبل نقل إشارة راديو	٢٥٠
وحدة تحكم بالهوائي	٢٢٠٠
جهاز تراسل ثابت	٤٨٠٠
مودم هواة	١٣١٢
حاسب آلي	٢٥٠٠
المجموع	١٧٩٣٣

جدول (٤) مكونات وتكلفة المحطة المتطورة.

٢- هوائي ياجي ذو استقطاب دائري يعمل على نطاق التردد فوق العالي (UHF)

٣- نظام محرك هوائي باتجاهين أفقي وعمودي .

٤- قاعدة تثبيت الهوائي .

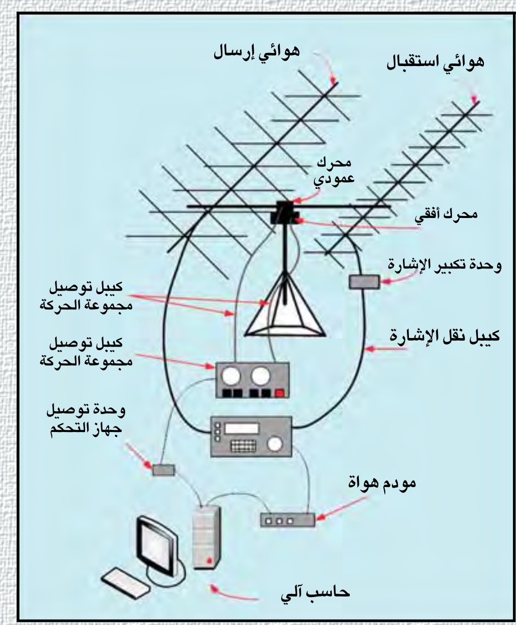
٥- وحدة تكبير الإشارة المبدئية .

٦- وحدة توصيل جهاز تحكم المحرك الهوائي بالحاسب الآلي.

٧- جهاز مودم الهواة .

٨- جهاز اتصال راديو.

٩- حاسب آلي .



شكل (٣) نموذج لمحطة هواة متطورة .



أقمار البحث والإنقاذ

د. ناصر بن عبدالله الرشيد

يعد البحث عن طائرة تعرضت للسقوط في بلد شاسع مثل روسيا أو الولايات المتحدة أو الصين أو كندا وغيرها ، أو البحث عن سفينة غارقة في عرض المحيط مضيعة للوقت والمال، كما يعد اكتشاف موقعها مهماً جداً لفريق البحث والإنقاذ، فقد بينت الدراسات أن الذين يبقون أحياء بعد حدوث الكارثة مباشرة ؛ تكون لديهم فرصة البقاء على قيد الحياة ـ بإذن الله ـ لا تزيد عن ١٠٪ إذا لم يصل إليهم فريق الإنقاذ إلا بعد يومين، بينما تصل تلك النسبة إلى حوالي ٥٠٪ إذا تمكن فريق الإنقاذ من الوصول إليهم خلال ٨ساعات، كما يؤدي التحديد السريع لموقع الطائرة أو السفينة المنكوبة إلى تقليل الوقت والتكلفة اللازمة لعملية البحث والإنقاذ، كما يقلل من تعرض فريق الإنقاذ للحالات العصيبة التي كثيراً ما تواجههم أثناء عملية الإنقاذ.

تطورت في عصرنا الحاضر وسائل البحث والإنقاذ ، مما ساهم بشكل كبير ـ بإذن الله ـ في إنقاذ العديد من منكوبي الطائرات والسفن نتيجة لسرعة تحديد موقع الكارثة، وبالتالي سرعة الوصول إليه ومباشرة عملية الإنقاذ.

نشأة برنامج البحث والإنقاذ

أدت المناقشات ـ عام ١٩٧٩م ـ بين كل من كندا والولايات المتحدة وفرنسا حول إمكانية إيجاد برنامج للتواصل عند حدوث كوارث للطائرات أو السفن إلى التوقيع على مذكرة تفاهم تنص على إنشاء برنامج أقمار اصطناعية لتتبع عملية البحث والإنقاذ أطلق عليه (Search and Rescue Satellite Aided Tracking-SARSAT) .

كما وقعت مذكرة التفاهم الثانية في عام ١٩٨٠م بانضمام روسيا (الاتحاد السوفيتي سابقاً) إلى الدول المذكورة فيما يعرف دولياً بـ (COSPAS-SARSAT) ، حيث تشير (COSPAS) إلى الأحرف الأولى للعبارة الروسية التي تعني "النظام الفضائي للبحث عن السفن المنكوبة". والذي تتولى روسيا الاتحادية تشغيله، بينما تتولى كندا وفرنسا والولايات المتحدة تشغيل نظام (SARSAT). وقد كان يوم التاسع من سبتمبر من عام١٩٨٢م أول عرض لفعالية نظام البحث والإنقاذ من خلال الأقمار الاصطناعية، وبعد تسعة أيام من الاختبار الفعلي ـ ١٩٨٢/٩/٩م ـ استلمت محطة أوتاوا إشارة إستغاثة (Distress Signal) حولت بواسطة الأقمار الاصطناعية (COSPAS-SARSAT-I) من طائرة تعرضت للسقوط في شمال كولومبيا البريطانية ، وقد مكّن تحديد الموقع بواسطة الأقمار الاصطناعية من العثور على الطائرة في وادي الجبال (Mountain Valley)، يبعد ٩ كم عن خط سيرها الرسمي، وبذلك تم إنقاذ ثلاثة من الأحياء بواسطة أفراد القوة الكندية.

في ١١ أكتوبر من عام ١٩٨٢م انقلبت السفينة جونزو (Gonzo) أثناء العاصفة التي حدثت شرق مدينة بوسطن وعلى بعد ٤٨٠كم، وقد التقطت إشارة الإستغاثة بواسطة طائرة عابرة للمحيط، ولكن لم يتم تحديد موقعها بالضبط إلا عندما مرت من فوقها الأقمار الاصطناعية. حددت كل من المحطات الأرضية في كل من الولايات المتحدة وكندا موقع السفينة المنكوبة ، وفي الحال توجهت شرطة خفر السواحل إلى موقع السفينة المنكوبة ، و تم إنقاذ ثلاثة أشخاص من الذين كانوا على ظهرها ، وكانت هذه أول حادثة بحرية يتم فيها الاستفادة من البيانات الواردة من أقمار البحث والإنقاذ.

صمم برنامج الـ (COSPAS-SARAT) –نظام أرضي– للمساعدة في عمليات البحث والإنقاذ في البحر والبر والجو ، يعمل النظام مع أجهزة الطوارىء ، ويوجد حالياً أكثر من مليون جهاز تعمل في السفن والطائرات والمركبات، يمكنها إرسال إشارات تلتقطها الأقمار الاصطناعية، وقد وصل عدد المشتركين في هذا النظام إلى : تسع وثلاثين دولة ومنظمة، وهو متاح لأي دولة مجاناً ودون تمييز.

يعمل برنامج الـ (COSPAS-SARAT) كأذن كبيرة في الفضاء تستمع دائماً لنداءات الإستغاثة من الأرض، تتمثل وظيفته في إستقبال الإشارات من أجهزة الإرسال المحمولة على الطائرات أو السفن أو الأفراد، وبهذه الطريقة يمكن للجهاز أن يؤدي وظيفته على الوجه الأكمل عند وقوع مشكلة.

مكونات النظام

يتكون نظام البحث والإنقاذ من عدد من

المكونات الأساسية ، منها ما يكون على الطائرة أو السفينة أو يحمله الأفراد على ظهورهم، ومنها ما يكون على الأرض ، ومنها ما يكون في الفضاء، ومن أهم تلك المكونات ، ما يلي:

• أجهزة الإرشاد

توجد أجهزة الإرشاد في أماكن حدوث الكوارث مثل سقوط الطائرات أو غرق السفن ؛ لأنها محمولة عليها، وبذلك ترسل تلك الأجهزة إشارات تلتقطها الطائرات والأقمار الاصطناعية المخصصة للبحث، ومن خلالها يتم الاستدلال على موقع الكارثة تمهيداً لإرسال فرق الإنقاذ. يمكن تقسيم تلك الأحهزة إلى ما يلي:

*** أجهزة إرسال لاسلكية تشير إلى موقع الكارثة (Emergency Position Indicating radio Beacon-EPIRB) :** وتستعمل في البواخر والسفن والمراكب



• جهاز (EPIRB).

البحرية ويوجد من هذه الأجهزة نوعان هما:

١ - أجهزة الإشارات الرقمية (Digital Signals): وتعمل على التردد ٤٠٦ ميجاهيرتز ، وتستقبل إشارة الإجابة على التردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز ، وتنقسم هذه الأجهزة إلى مجموعتين ، هما :

- المجموعة الأولى: وفيها ترسل إشارات الاستغاثة عند حدوث الكارثة إما آلياً ، حيث يحدث تفعيل الجهاز وتشغيله عندما يتحرر مباشرة من حافظته دون تدخل أحد في ذلك. تحاط أجهزة هذه المجموعة - عادة - بحافظة (Brackets) مزودة بجهاز قذف هيدروليكي ، تحرر هذه الآلية الجهاز من حافظته عندما يكون على عمق يتراوح ما بين متر إلى ثلاثة أمتار داخل الماء ، فينطلق الجهاز بعد تحرره من حافظته ليطفو فوق سطح الماء ويبدأ في إرسال إشاراته.

من الاحتياطات التي يجب مراعاتها عند استخدام هذا النوع من الأجهزة أن يكون مثبتاً في أي مكان مفتوح خارج قمرة القيادة؛ لكي يطفو على سطح الماء بحرية تامة.

- المجموعة الثانية : وفيها يتم تشغيل الجهاز يدوياً ، حيث إنها تحتاج إلى من يشغلها ؛ ولذا فإنه يجب أن يكون في مكان بارز يمكن الوصول إليه بسهولة تامة في حالة الطوارىء.

الجدير بالذكر أن إشارات الأجهزة التي تعمل على التردد ٤٠٦ ميجاهيرتز يمكن اكتشافها في الحال بواسطة أقمار المدارات الثابتة (Geostationary Satellites) ، وهذا يعني أنه حتى في حالة الإشارات القصيرة غير المتعمدة يمكن أن تسبب إنذاراً خاطئاً . ولتجب ذلك يجب التأكد من اتباع تعليمات وتوصيات الجهة المصنعة عند إجراء اختبار الجهاز أو تجريبه. كما يجب التأكد من تسجيل الجهاز لدى (COSPAS-SARSAT). وإذا ما حدث لسبب ما تشغيل الجهاز المسجل بغير قصد فإن صاحب الجهاز سيتلقى من خفر السواحل مكالمة هاتفية للاستفسار عن مدى صحة هذه الإشارة.

يعد التسجيل مهماً لأنه يساعد قوات البحث والإنقاذ في العثور على السفينة المنكوبة بسهولة وسرعة تامة، كما يمكن للسفينة المجهزة بمثل هذه الأجهزة تقديم المساعدة لسفينة أخرى ، دون أن يؤدي ذلك إلى شغل الأقمار الاصطناعية ، والتي قد تكون الحاجة إليها أكثر في حالة إسعافية حقيقية.

٢ - أجهزة الإشارات المتناظرة (Analog signals): وتعمل على التردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز ، ويتم تشغيلها يدوياً ، وهي تعمل مع أنظمة الأقمار الاصطناعية في المدارات الأرضية المنخفضة ، إلا أنها لاتعمل مثل الأجهزة ذات التردد ٤٠٦ ميجاهيرتز ، ولا يمكن إكتشافها بأقمار المدارات الثابتة التي تعطي تحذيراً في الحال لما يقارب من ٨٥٪ من الكرة الأرضية ، وأكثر من ذلك فإن الأجهزة التي تعمل بالتردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز تعد من الأسباب الرئيسية في ضياع جهد قوات البحث والإنقاذ نتيجة لإعطائها تحذيرات خاطئة . ومع أنه يمكن حل معظم التحذيرات بسهولة تامة - بمكالمة هاتفية - إلا أنها قادت برنامج البحث والإنقاذ العالمي إلى تحديد اليوم الأول من فبراير من عام ٢٠٠٩ م كآخر يوم لاستخدام هذا البرنامج ؛ ولذلك فإنه على كل مستخدم له أن يتحول إلى الأجهزة التي تعمل بالترد ٤٠٦ ميجاهيرتز.

الجدير بالذكر أن أجهزة الإرشاد إلى السفن والقوارب المنكوبة منها ما زال يعمل

ويستفاد منه ، ومنها ما أصبح في عداد التاريخ، وعلى هذا صنفت إلى ما يلي:

١- **طرز مستخدمة** ، وهذه تقسم بدورها إلى مجموعات هي :

- المجموعة الأولى : وتعد أفضل الأنواع ، ولكنها غالية الثمن ، ويمكنها أن تتحرر من غلافها يدوياً بواسطة أحد أفراد طاقم السفينة، أو آلياً بمجرد حدوث الكارثة للسفينة سواء باصطدامها بجسم صلب ، أو غرقها.

- المجموعة الثانية : وهي تشبه إلى حد كبير المجموعة الأولى، إلا أنها بشكل عام يدوية التشغيل، كما يتم إخراجها من غلافها يدوياً، ومن مميزاتها أنها أقل كلفة من المجموعة الأولى.

- المجموعة الثالثة ، وتعمل على الموجة العائدة (Homing Signal) ذات التردد ١٢١,٥ ميجا هيرتز، وتشغل يدوياً فقط، وتعد أرخص الأنواع، و الأقل كفاءة.

٢- **طرز مهجورة :** ويوجد العديد منها ولا ينصح باستخدامها في الوقت الحاضر، منها:

- الرتبة (A) : وتشمل الأجهزة ذاتية التشغيل على التردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز، وقد توقف استخدام هذه الأجهزة من قبل حرس الحدود في الولايات المتحدة، وذلك ناتج عن محدودية التغطية وطول الوقت اللازم للتعرف على الإشارة.

- الرتبة (C) : تعمل أجهزة هذه الرتبة على القناة (VHF) ، وهي مصممة للطائرات الصغيرة التي تعمل قرب الشواطيء. عرف هذا النوع في الولايات المتحدة فقط ، وانتهى العمل به في عام ١٩٩٩م.

- الرتبة (S) : وهي من النوع الذي يعمل على التردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز، وهي تشبه - إلى حد كبير - الرتبة (B) ، ولكنها في الغالب توجد كجزء مكمل لقارب النجاة أو سترة الإنقاذ، وهي في الوقت الحاضر غير مستخدمة بتوصية من خفر السواحل في الولايات المتحدة.

- إنمار سات (E) : وتعمل بشكل آلي علي موجة ترددها ١٦٤٦ ميجاهيرتز يمكن التقاطها بواسطة نظام القمر الاصطناعي إنمارسات المخصص لدراسة جيوجولوجية الأرض. أجيزت هذه الرتبة من نظام السلامة من الكوارث البحرية العالمي (Global Maritime Distess Safety System-GMDSS)، ولكن ليس في الولايات المتحدة. في سبتمبر من عام ٢٠٠٤م أعلن أنمارسات أنه سيوقف العمل على أنمارسات (E) في ديسمبر من عام ٢٠٠٦م نتيجة لقلة الرغبة فيه من قبل البيئة البحرية.

● أجهزة إرسال موقع الطواريء

طورت أجهزة إرسال موقع الطوارئ (Emergency Locator Transmitters -ELT): لأول مرة في الولايات المتحدة ، وألزمت بحملها معظم الطائرات المدنية الأمريكية . وكان أول استخدامها على التردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز لتحذير الطائرات التي يمر بعضها فوق بعض ، إلا أن هناك قصوراً واضحاً في هذه التقنية ، وهو أن الطائرة الأخرى يجب أن تكون في مدى معين حتى تستطيع سماع التردد ١٢١,٥ ميجا ، وبالتالي استقبال الإشارة.

يعد توفير خدمة متميزة لاستقبال الإشارة أحد الأسباب الرئيسة التي أدت إلى تطوير نظام البحث والإنقاذ ، والسبب الآخر يتمثل في توفير بيانات الموقع لكل فعالية.

تستخدم في الوقت الحاضر طرز مختلفة من أجهزة إرسال موقع الطواريء. يعمل منها قرابة مئة وسبعين ألف جهاز من الأجيال القديمة التي تعمل بالتردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز ، وللأسف الشديد فقد ثبت أن كفاءتها متدنية جداً ، فقد تصل البلاغات الخاطئة إلي حوالي ٩٧٪، أي أنها تعمل بطريقة مناسبة بنسبة لا تتجاوز ١٢٪. ولحل هذه لمشكلة فقد طورت الأجهزة التي تعمل بالتردد ٤٠٦ ميجاهيرتز ، مما قلل البلاغات الخاطئة المؤثرة بشكل حاد على مصادر البحث والإنقاذ ، وزاد من معدل إنقاذ المنكوبين . وعلى ذلك قل الوقت اللازم للوصول إلي الضحايا ، بحيث وصل المعدل إلى ست ساعات. وقد دلت الدراسات على أن معدل الأفراد الذين تم إنقاذهم قرابة ١٣٤ فرداً وتوفير ملايين الدولارات سنوياً.

تواجه التجهيزات التي تعمل بالتردد



● جهاز تحديد موقع الطائرة المنكوبة.

٤٠٦ ميجاهيرتز مشكلة تنحصر في كلفتها العالية، التي تصل إلى ١٥٠٠ دولار، مقارنة بكلفة الأجهزة التي تعمل بالتردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز، ولكن مع هذه الكلفة العالية : فإنه لا أحد يناقش أو يجادل في الخصائص الهمة التي توفرها.



● أجهزة تحديد مواقع الأفراد.

نتيجة للميزات الجيدة في الأجهزة التي تعمل بالتردد ٤٠٦ ميجاهيرتز، وعيوب الأجهزة التي تعمل بالتردد ١٢١,٥ فإن برنامج البحث والإنقاذ العالمي قرر إيقاف العمل بالأجهزة التي تعمل بالتردد ١٢١,٥ في اليوم الأول من شهر فبراير من العام ٢٠٠٩م.

● أجهزة تحديد مواقع الأفراد

تستخدم أجهزة تحديد مواقع الأفراد (Personal Locator Beacon-PLB) : في تحديد مواقعهم عندما يتعرضون لمواقف صعبة، كما هو الحال في الأجهزة التي تشير إلى موقع الطائرة أو السفن المنكوبة. وتختلف هذه الأجهزة عن تلك : في أن الشخص يحملها معه. كما أنها تشغل يدوياً وعلى التردد ٤٠٦ ميجاهيرتز فقط. ومثلما في الأجهزة السابقة فإنها مزودة بجهاز إعادة الإرسال يعمل بالتردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز ذو طاقة منخفضة، وهذا يسمح لقوة الإنقاذ لإعادة التواصل مع الجهاز بمجرد إكتشاف الأقمار الاصطناعية للإستغاثة المحمولة على التردد ٤٠٦ ميجاهيرتز. تسمح بعض أجهزة تحديد موقع الأشخاص بتكامل إشارة الإستغاثة مع نظام تحديد المواقع العالمية (GPS)، ويستطيع هذا النظام تحديد الموقع بدقة عالية تصل إلى ١٠٠ متر، أي ما يعادل تقريباً ملعب كرة القدم.

قبل ١يوليو من عام ٢٠٠٣م كان استخدام هذه الأجهزة مقصوراً على المقيمين في ولاية ألاسكا، ولكن النجاح الذي تحقق ـ تم إنقاذ أكثر من ٤٠٠ فرد ـ مهد الطريق لتعميمها على جميع الولايات في أمريكا.

الأقمار

يتكون نظام البحث والإنقاذ مما يلي :

● أقمار المدار الثابت

تتكون أقمار المدار الثابت (Geo Synchronous) من أربعة أقمار اصطناعية يطلق عليها جيوسار (Geosar)، تغطي أقمار الجيوسار بشكل مستمر كامل الأرض تحت درجة ٧٠ْ من خطوط العرض مع الإتجاه نحو خط الإستواء. ولكن يعاب عليها أن بعض المناطق يكون إرسالها للموجات اللاسلكية ضعيفاً، كما أن المناطق القطبية غير مغطاة، تتم مراقبة أقمار الجيوسار بواسطة ١٨ محطة.

● أقمار المدار المنخفض

تتكون أقمار المدار المنخفض من سبعة أقمار اصطناعية، يطلق عليها ليوسار (Leosar) تغطي الأرض بكاملها مع التركيز على المناطق القطبية. تتمتع أقمار ليو سار بقدرتها على حفظ إشارات الاستغاثة ثم ترسلها إلى المحطات الأرضية عندما تمر فوقها. يوفر نظام ليوسار المكون من أربعة أقمار متآلفة، ذات تغطية متكررة للمناطق القطبية في كل مئة دقيقة. أعد الاتحاد السوفييتي سابقاً قمرين من أقمار ليوسار، وتدار حالياً من قبل روسيا الاتحادية، تدور هذه الأقمار في مدار يبعد عن الأرض ١٠٠٠كم. تدار خمسة من أقمار ليو سار بواسطة الولايات المتحدة وتوجد في مدار يبعد عن سطح الأرض ٨٥٠كم. تراقب أقمار ليوسار ٤٦ محطة.

التسجيل

يوجد لكل جهاز من أجهزة إرسال إشارة الاستغاثة رقماً تسلسلياً (Serial number)، وعند شراء الجهاز يجب تسجيله عند السلطات المحلية الملائمة. يوفر التسجيل للسلطات المحلية رقماً هاتفياً للاتصال ووصفاً جيداً للسفينة مرسلة الإشارة، بما في ذلك الميناء في البلد الذي تنتمي إليه.يمكن للجهاز أن يعطي كثيراً من المعلومات المطلوبة في عملية الإنقاذ، كما يوفر طريقة سهلة للتحقق من البلاغ واستبعاد البلاغات غير الصحيحة.

آليـة عمـل الجهـاز

تعمل جميع الأنظمة بالطريقة التالية:

تفعل أجهزة إرسال إشارة الاستغاثة آلياً بمجرد حدوث اصطدام أو غرق للسفينة، أو يدوياً بواسطة أحد ملاحي السفينة تلتقط الاشارة المرسلة بواسطة قمر إصطناعي أو أكثر.

تقوم الأقمار الاصطناعية بإرسالها إلى محطة التحكم الأرضية التي تقوم بمعالجة هذه الإشارات وإعادة إرسالها إلى الهيئة الوطنية على شكل بيانات متضمنة الموقع التقريبي للسفينة المنكوبة . ومن ثم تقوم الهيئة الوطنية بتوجيه البيانات إلى سلطة الإنقاذ ، حيث تقوم باستخدام أجهزة الاستقبال الخاصة بها لتحديد مصدر الإشارة والقيام بعملية الإنقاذ.

الجديد بالذكر أن أحدث أجهزة الإرشاد تعمل بذبذبة مقدارها ٤٠٦ ميجاهيرتز ، وأنه بمجرد وصول بيانات القمر الاصطناعي ؛ فإنها تأخذ أقل من دقيقة لإعادة إرسالها إلى جميع البلدان المسجلة في هذا النظام .

• آلية عمل جهاز البحث والإنقاذ.

مميزات أجهـزة الإنقـاذ

تتميز أجهزة الإنقاذ بلونها اللامع، ومقاومتها للماء، وحجمها المناسب الذي يوجد على شكل مكعب طول ضلعه حوالي ٣٠ سم، ووزنها الخفيف بحدود ٢,٥كجم، إضافة إلى إمكانية شرائها من أي مكان خاص بالمستلزمات البحرية أو ورش صيانة الطائرات أو السفن . ومن مميزاتها أنها تعيش لفترة طويلة تزيد عن عشر سنوات، ويمكن استخدامها عند أجواء مناسبة تتراوح مابين ٤٠ْ إلى -٤٠ْم، وقد ظهرت حديثاً موديلات حديثة تفوق في مواصفاتها الموديلات القديمة بدرجة كبيرة. ومع ذلك فإن الأجهزة القديمة ساهمت بدور فعال في تقليل المفقودين في الحوادث مقارنة مع الحوادث التي لا تتوفر فيها مثل تلك الأجهزة.

تجهيزات الطواريء القانونية

تلزم معظم الطائرات التي تخدم في الولايات المتحدة بحمل جهاز إرسال للأرشاد عن موقع الطواريء (Emergency Location Transmitte-ELT). وبحسب نوع ومكان التشغيل ، بينما لا تلزم الرحلات المجدولة بواسطة وكالة الناقلين الجويين بذلك ، ومع ذلك في الطائرات التجارية يجب أن تحتوي على جهاز تسجيل لما يحدث في قمرة القيادة ، أو جهاز تسجيل بيانات الطائرة على مرشد لاسلكي يعمل تحت سطح الماء.

تلزم ـ أيضاً ـ معظم السفن التجارية التي تحمل المسافرين وتعمل في أعماق المحيطات (بعيداً عن الشواطيء) : أن تكون مجهزة بمرشد لاسلكي يشير إلى موقع السفينة المنكوبة ، ويعمل بشكل آلي بمجرد حدوث مشكلة طارئة، بينما لا تلزم السفن التي تعمل قرب الشواطيء البرية أو في المياه العذبة بمثل تلك الأجهزة.

المراجع

http:/www.mis.univiena.gov.pressels/2006/unisos344.html

http://www.publicaffairs.noaa.gov/releases2001/jun01/noaa01075html

http://www.sarsat.noaa.gov/emerbcns.html

http://www.answers.com/topic/emergency-position-indicating-radio-beacon-1

http://friendsofcrc.ca/projects/sarsat/sarsat.html

عالم في سطور

د. القبـــاج

● **الاسم:** د. صلاح الدين القباج

● **الجنسية:** مغربي

● **تاريخ الميلاد:** ٤/٧/١٩٥٩م

● **المرتبة العلمية:** أستاذ

● **جهة العمل:** جامعة الملك فهد للبترول والمعادن

● **المؤهلات العلمية:**

ـ ١٩٨٥م شهادة الماجستير في الرياضيات من جامعة ليون ـ فرنسا

ـ ١٩٨٨م شهادة الدكتوراه في الرياضيات من جامعة ليون ـ فرنسا.

ـ ١٩٩٣م شهادة الأهلية في علوم الرياضيات من جامعة ليون ـ فرنسا.

● **مجال التخصص:** الجبر

● **اللغات:** عربي، إنجليزي، فرنسي، إيطالي.

● **التدرج الوظيفي والأكاديمي**

ـ ١٩٨٧ـ ١٩٨٨م : أستاذ مساعد مؤقت ـ جامعة ليون ـ فرنسا.

ـ ١٩٨٩ ـ١٩٩٣م : أستاذ مشارك ـ جامعة فاس ـ المغرب.

ـ ١٩٩٤ ـ ١٩٩٧م : أستاذ ـ جامعة فاس ـ المغرب.

ـ ١٩٩٨م ـ الوقت الحاضر : أستاذ رياضيات جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

● **أستاذ زائر**

ـ ١٩٨٨ـ ١٩٨٩م : جامعة روما ـ إيطاليا ("باحث مشارك" لمدة سنة تقريباً).

ـ ١٩٨٩ـ ١٩٩٢م: جامعة روما ـ إيطاليا (زيارات منتظمة قصيرة وطويلة المدى).

ـ ١٩٩٢ـ ١٩٩٣م : جامعة فرجينيا، تشارلوتسفيل ـ الولايات المتحدة الأمريكية (الفصل الصيفي).

ـ ١٩٩٢ـ ١٩٩٦م : جامعة روما ـ إيطاليا، (زيارات منتظمة قصيرة وطويلة المدي).

ـ ١٩٩٦ـ ١٩٩٧م : جامعة تينيسي، نوكسفيل ـ الولايات المتحدة الأمريكية (الفصل الثاني).

ـ ٢٠٠١ـ ٢٠٠٢م : جامعة هارفارد، كامبريدج ـ الولايات المتحدة الأمريكية .

● **النشاط العلمي**

إضافة إلى خبرة د. القباج العلمية والعملية الواسعة في مجال الرياضيات، والتي امتدت إلى مايقارب عشرين عاماً، أنجز مايلي:ـ

ـ نشر العديد من الأوراق العلمية ونتائج الأبحاث في مختلف المجلات والدوريات العلمية(٤٤ورقة علمية).

ـ قام بتأليف أربعة كتب في مجال التخصص.

ـ شارك في العديد من المؤتمرات والندوات العلمية في مختلف الدول العربية والإوربية وأمريكا.

ـ أشرف على مجموعة من رسائل الدكتوراه.

ـ أنجز بعض الأبحاث الممولة (منح بحثية) من جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

ـ شارك في الكثير من اللجان العلمية والمتعلقة بقسم الرياضيات ـ كلية العلوم ـ جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

● **منح وجوائز:**

ـ١٩٨٨٥م: منحة التميز للدراسات العليا (Ph.D)، من الوزارة الفرنسية للبحث العلمي، فرنسا.

ـ ١٩٩٢م : منحة بحث (CNR)، المجلس الوطني للبحث العلمي، في إيطاليا (NSF تعادل CNR في أمريكا).

ـ ١٩٩٣م : منحة بحث/جائزة من اللجنة الأوربية للرأسمال البشري، فرنسا وإيطاليا.

ـ ١٩٩٣م : منحة (FULBRIGHT)، جامعة فرجينيا ـ الولايات المتحدة الأمريكية.

ـ ١٩٩٤م : منحة بحث (CNR)، المجلس الوطني للبحث العلمي، في إيطاليا.

ـ ١٩٩٦م : منحة بحث (CNR)، المجلس الوطني للبحث العلمي، في إيطاليا.

ـ ١٩٩٧ـ٢٠٠٢م: زميل مشارك منتظم في المركز الدولي للفيزياء النظرية (LC TP) إيطاليا.

ـ ١٩٩٨م : جائزة شومان في الرياضيات (على مستوى الوطن العربي)، عمان ـ الأردن.

ـ٢٠٠١م : منحة العالم المتميز (ثلاثة فائزين على مستوى الوطن العربي وفي جميع التخصصات)، الصندوق العربي ـ الكويت.

ـ ٢٠٠٤م : جائزة البحث المتميز٢٠٠٤م في كلية العلوم، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن ـ الظهران.

ـ ١٤٢٦هـ/٢٠٠٥م جائزة المراعي للإبداع العلمي (العالم المتميز في الرياضيات).

المصدر:
جائزة المراعي.



الأقمار الاصطناعية السعودية

د. عبدالعزيز الصقير
د. محمد الماجد
م. محمد السالم

خطت المملكة العربية السعودية خطوات متقدمة في صناعة الأقمار الاصطناعية وتشغيلها خدمة للأغراض التنموية، حيث سعت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية من خلال معهد بحوث الفضاء إلى جعل هذا الحلم حقيقة حتى تكللت مساعيها - بفضل الله - بإطلاق أول قمر سعودي إلى الفضاء مع إطلالة الألفية الثالثة (عام ٢٠٠٠ م).

توالت بعد ذلك عمليات البحث والتطوير في هذا المجال بإطلاق أقمار عدة، لتخدم المجالات العلمية والعملية المختلفة؛ والتي تهدف إلى النهوض بالمملكة في المجال التنموي والعلمي.

يتناول هذا المقال سرداً لما حققته المملكة من نجاحات في بحوث الفضاء، والخطط المستقبلية في هذا المجال.

سعودي سات-١

قام مركز تقنية الأقمار الاصطناعية بمعهد بحوث الفضاء **بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** بالعمل على تطوير وبناء قمرين اصطناعيين صغيري الحجم هما: سعودي سات-١ أ، وسعودي سات-١ب للاستفادة منهما في مجال الاتصالات. وقد تم إطلاق القمرين في ٢٠٠٠/٩/٢٦م من قاعدة بيكانور بكازاخستان عن طريق الصاروخ الروسي دنبر. يزن كل قمر منهما ١٠ كيلو جراماً، وهما مكعبي الشكل بطول وعرض ٢٤ سم وارتفاع ٢٢سم.

يعمل القمران على مبدأ التخزين والتحويل الرقمي، وقد أثبتت التجارب كفاءة هذه الأقمار في تحويل المعلومات من مواقع نائية وفي تعقب المركبات.

دار القمران حول الأرض على ارتفاع ٦٥٠ كيلو متراً عن سطح الأرض، وبزاوية ميلان قدرها ٦٤°.

سعودي سات-٢

تم إطلاق القمر السعودي التجريبي الأول للاستشعار عن بعد "سعودي سات-٢" بواسطة الصاروخ الروسي دنبر (Dneper) المعدل في ٢٩ يونيو ٢٠٠٤م. يدور القمر في مدار متزامن مع الشمس على ارتفاع ٧٠٠كم. وقد صمم القمر وصنع ليكون تجربة علمية تطويرية متقدمة لجميع مكوناته حيث حمل نظامين منفصلين للتحكم به، وكاميرا فيديو تصور بدقة ١٥م. يزن القمر حوالي ٣٣ كيلو جراماً، وهو مكعب الشكل تقريبا، وتتم تغذيته بالطاقة الكهربائية بواسطة لوحات شمسية (solar panels) تغطي جوانبه الأربعة، وهي تقنية مماثلة لما تم تجربته بنجاح على القمر السعودي سعودي سات-١ج، ولكن بنظام جديد للتحكم والتخزين للطاقة الكهربائية مبتكر بالكامل ومصنع محلياً ليتناسب مع تقنية بطاريات أيون الليثيوم (Lithium Ion).

يتم التحكم بالقمر في جميع الاتجاهات باستخدام نظام تحكم جديد يستخدم عجلات رد الفعل، وقضبان العزم المغناطيسي. يتم قياس اتجاه القمر بمجموعة من المجسات مثل جهاز قياس المجال المغناطيسي (magnetometer)، ومجسات زاوية سقوط الشمس (sun sensor)، كما يتم التعرف على سرعة دورانه حول المحور المتعامد على مستوى مداره باستخدام جيروسكوب (Gyroscope) إلكتروني. ويتم إرسال أوامر التحكم بالقمر عن طريق نُظم إرسال واستقبال بترددات (UHF) و (VHF)، وتبث صور الفيديو الملتقطة مباشرة إلى المحطة الأرضية باستخدام نظام ارسال بتردد في مجال (S-band).

للقمر العديد من الأنظمة والأجزاء يمكن تفصيلها فيما يلي:-

- **الوحدة الإلكترونية المركزية**

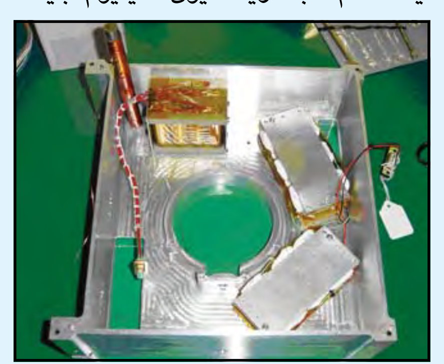
تشتمل هذه الوحدة على الحاسب الرئيس في جميع أقمار سعودي سات١، وهو مبني على معالج (NEC V53) لانخفاض استهلاكه للطاقة الكهربائية، وله ذاكرة من نوع (EPROM) بحجم ١٢٨ كيلو بايت. كما تحتوي الوحدة على نقاط اتصال بوحدة الطاقة الكهربائية ومعالج قنوات اتصال رقمية ببقية أجهزة القمر. يتم تبادل المعلومات مع نظام الاتصال عبر معالج (Modem) مبني على شريحة من نوع (CMOS FSK) ويحتوي على قناتين إحداهما ثابتة السرعة بمقدار ٩٦٠٠ بايت لكل ثانية، والأخرى متغيرة السرعة بأربع درجات مختلفة.



● الحاسب الرئيسي مثبت فوقه المعالج .

● وحدة الطاقة

تعمل هذه الوحدة على إنتاج وتخزين الطاقة الكهربائية والمحافظة عليها، وتشمل اللوحات الشمسية، وبطاريات الليثيوم، ووحدة التحكم بالطاقة. يتم تجميع الطاقة الكهربائية عن طريق أربع لوحات شمسية مستطيلة الشكل، تم إسناد كل منها بلوح ألمنيوم بسماكة ٢مم. تشمل كل لوحة على٦٠ خلية شمسية من نوع (Bp monocrystalline Saturn solar cell) ذات كفاءة متوسطة تبلغ ١٥٪. تنتج هذه الخلايا أكثر من ١٠ فولت وحوالي ١٠,٢٢ وات. إضافة لذلك هناك طاقة كهربائية احتياطية يتم إنتاجها بواسطة ٢٠ خلية شمسية تنتج ١٠ فولت و ٤ وات. وبما أن أنظمة القمر تحتاج إلى مستويات جهد مختلفة ـ ٣,٣ فولت، ٥ فولت و ٨,٥ فولت و١٢ فولت ـ فقد تم تصميم لوحة إلكترونية للتحكم بالجهد. أما بالنسبة للبطاريات فإن النظام الرئيس للقمر يستخدم ٨ بطاريات أيون الليثيوم، بينما



● بطاريات القمر من نوع ليثيوم زينون (أعلى يسار) ونيكل كادميوم (يمين).



● اللوحة الشمسية .

● نظام التحكم بالطاقة أثناء الاختبار .

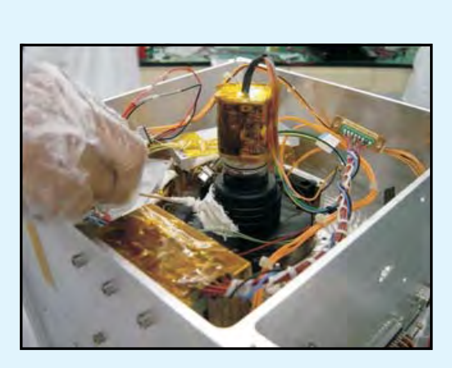
يستخدم النظام الاحتياطي ٦ بطاريات من نوع نيكل كادميوم.

الجدير بالذكر أن الفريق قام بتطوير نظام جديد للتحكم بالطاقة، حيث أثبت إمكانية إعادة تصنيعه بشكل تجاري عند الحاجة.

● الحمولة الرئيسة

الحمولة الرئيسة للقمر عبارة عن كاميرات التصوير الآتية:-

١- كاميرا تصوير ـ فيديو أسود وأبيض ـ وبقدرة تكبير تيلسكوبية تسمح بالتقاط صور بدقة ٦ م من ارتفاع ٧٠٠ كلم عن سطح الأرض.



● كاميرا الفيديو مثبتة على التلسكوب.

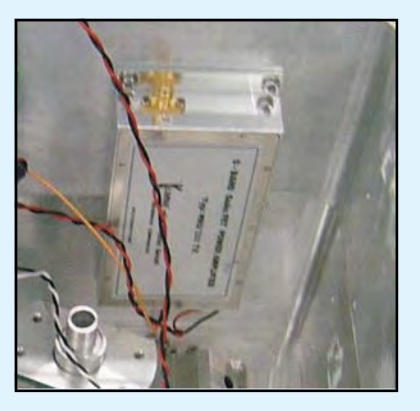


● التلسكوب الرئيسي .

٢- كاميرا تصوير ملون، بدقة ٦٠ م وبعرض يصل إلى ٢٦ كلم.

● وحدة البث

يتم البث المباشر عبر وحدة بث في النطاق اس (S-Band video). لما يتم تصويره إلى المحطة الأرضية عندما يكون القمر في نطاق الاتصال. ويتم تجميع الفيديو من الكاميرا الرئيسية والكاميرا الإضافية ومن ثم إرسالها إلى الأرض باستخدام ذبذبات (S-band) باستخدام هوائي مصنع من قضيب حديدي رفيع

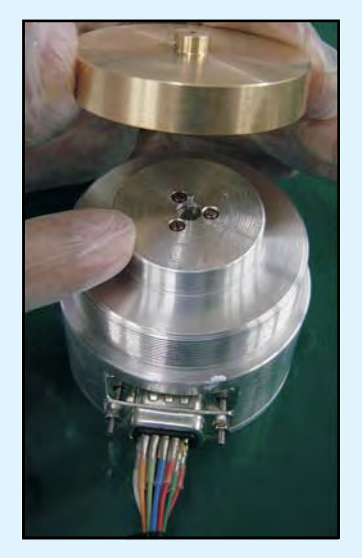


● نظام البث بذبذبات (S) .

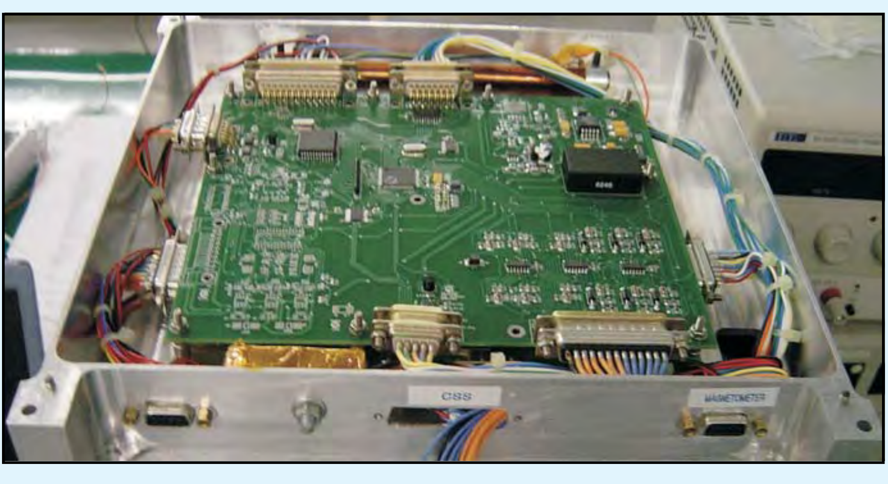
●نظام التحكم باتجاه القمر

يتطلب التصوير المستمر للأرض والاتصال بالمحطة القدرة على توجيه القمر بدقة نحو الأرض، حيث تنحصر المهمة الأساسية لنظام التحكم الديناميكي بالقمر لتوجيهه نحو موقع معين على الأرض لتصويره، أو لتوجيه هوائيات الإرسال نحو موقع محطة الاتصال. كما أن النظام مسؤول عن تأمين ثبات القمر بسرعة دوران معينة واستقراره ديناميكياً للقيام بمهام أخرى كتأمين تعامد أشعة الشمس الساقطة على الألواح الشمسية.

يتطلب التحكم بالقمر القدرة على توليد عزوم، واستغلال مبدأ حفظ زخم (عزم) الدوران، وذلك باستخدام عجلات رد الفعل والتي تنتج عزماً يتسبب في دورانها يقابل



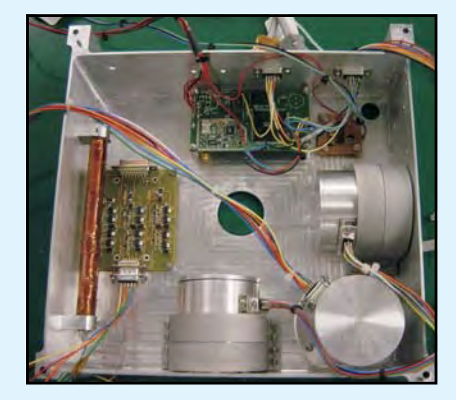
• إحدى عجلات رد الفعل أثناء التجميع.



• لوحة التحكم بعجلات رد الفعل.

بعزم مماثل على القمر يتسبب في دورانه في الاتجاه المعاكس. ويتطلب ذلك التخلص ـ من حين لآخر ـ من زخم دوران القمر باستخدام قضبان العزم المغناطيسي، والذي يكون استخدامها أساسياً بعد فصل القمر عن الصاروخ مباشرة.

يتم توجيه القمر إلى الوجهة الصحيحة بعدة طرق، تعتمد في معظمها على الحساب وباستخدام مجسات قياس زوايا القمر، مثل مجس قياس زاوية سقوط الشمس، ومجس قياس المجال المغناطيسي للأرض. كما يمكن قياس سرعة دوران القمر بحساب سرعة تغير زوايا الدوران، أو مباشرة باستخدام مجس سرعة الدوران الزاوي (جايروسكوب Gyroscope). أما موقع القمر في مداره فيتم تحديده بالحساب أو باستخدام مجس تحديد المواقع العالمي (GPS).



• عجلات رد الفعل وأحد قضبان العزم المغناطيسي مع لوحة التحكم به.

صمم نظام التحكم بسعودي سات-٢ لتوجيه القمر في جميع الاتجاهات، وبأسلوب يُعرف بالتحكم بدون زخم، وهو مكون من عجلات رد الفعل ومغناطيسات العزوم والتي تستخدم في توجيه القمر إلى الاتجاه الصحيح. وتوجد عجلة رد فعل ومغناطيس عزم لكل محور للقمر. أما مجسات معرفة اتجاه القمر فتشمل مجسات قياس زاوية الشمس بالنسبة للقمر التي تستخدم لوحات شمسية صغيرة قليلة الدقة تغطي جميع الاتجاهات.

• الهيكل

تم الاستفادة من الخبرة المكتسبة في تصميم وتصنيع هياكل أقمار سعودي سات-١ المبنية على فكرة الصواني مع إدخال تعديلات أساسية لاحتواء الحمولة الرئيسة، حيث روعي أن يبقى تصميم القاعدة بنفس التصميم السابق مع قطع الأرضية بما يتناسب مع حجم الكاميرا الرئيسة، واستخدم الألومنيوم في جميع أجزاء الهيكل، وتم التصنيع محلياً بالتعاقد مع إحدى الشركات الوطنية المتخصصة.

• نظام الاتصال للتحكم بالقمر

يوجد جهازان للإرسال على ذبذبة (UHF) وجهازان للاستقبال على ذبذبة (VHF)، وتم وضع أجهزة الاستقبال في الصينية العليا بينما وضعت المرسلات في الصينية السفلى.



• الهيكل الرئيس للقمر يوضح فكرة الصواني

سعودي كمسات

تأتي كلمة كمسات (Comsat) من اختصار الكلمة الانجليزية (Commercial) للدلالة على التوجه التجاري للبرنامج موصولاً بمسمى الأقمار الاصطناعية (Satellite). وقد ظهر هذا البرنامج كتطبيق تجاري لسلسلة الأقمار السعودية الأولى سعودي سات-١ أ وسات-١ب٢ وسات -١ج.

يعتبر سعودي كمسات (Saudi ComSat)

أحد أهم برامج الأقمار الاصطناعية في مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، وهو امتداد للأقمار السعودية التجريبية الأولى، ولكنه يختلف عنها في أنه يتكون من منظومة من الأقمار الاصطناعية التي توفر نقل البيانات والمعلومات.

يتكون برنامج سعودي كمسات من ثلاثة عناصر رئيسة:-

١- أقمار اصطناعية صغيرة الحجم تدور حول الكرة الأرضية في مدارات منخفضة (٥٦٠-٧٠٠كم).

٢- محطات أرضية تقوم بالتحكم في القمر وجميع مهماته واستقبال البيانات.

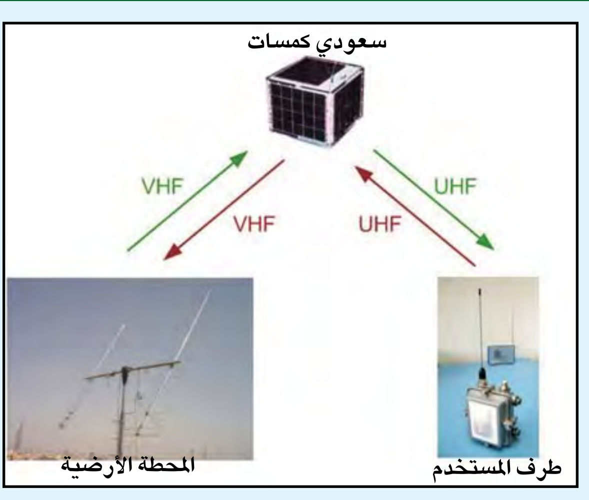
٣- وحدات تراسل تقوم بجمع البيانات المطلوبة وإرسالها للقمر.

وتتكون منظومة سعودي كمسات حالياً من قمرين أطلقا عام ٢٠٠٤م، وينتظر إطلاق خمسة أخرى في بداية عام ٢٠٠٧م، ومن المتوقع أن يصل عددها إلى ٢٤ قمراً في المستقبل.

يهدف نظام سعودي كمسات لنقل البيانات من المناطق النائية أو المتحركة مثل بيانات أنابيب البترول في الصحراء، أو مواقع حاويات البضائع في المحيطات. وتتصف هذه التطبيقات بقلة حجم البيانات اللازم إرسالها وتباعد فترات الإرسال. ويعتبر نظام سعودي كمسات نظاماً مناسباً لمثل هذه التطبيقات؛ وذلك لعدم وجود شبكات سلكية في مثل هذه المناطق (الصحراء أو البحار) أو للتكلفة العالية للشبكات اللاسلكية.

● طريقة عمل النظام

ينقل نظام سعودي كمسات، أي معلومة من أي نقطة في الأرض إلى محطة استقبال أرضية. عند مرور أحد أقمار سعودي كمسات فوق وحدة التراسل المصممة للاتصال بالقمر ترسل الوحدة البيانات المراد نقلها إلى القمر.



● اتصال القمر بوحدة التراسل

يحول القمر هذه البيانات بعد التقاطها إلى إحدى المحطات الأرضية. تعالج المحطة الأرضية هذه البيانات، وتقدمها للمستفيد النهائي من الخدمة غالباً بوضعها على شبكة الإنترنت. كما يمكن الإرسال العكسي، أي إرسال البيانات أو إشارات التحكم من المحطة الأرضية إلى وحدة التراسل عبر القمر.

● مواصفات القمر

يتكون القمر من الأجزاء التالية:

* **الهيكل:** ويصنع من سبيكة خاصة من الألمنيوم. وهو يمثل شكل القمر وهيئته ويحتوي بداخله الأجزاء الإلكترونية.

* **أجهزة الاتصالات:** وهي حلقة الوصل بين المحطة الأرضية والوحدات الداخلية للقمر أو وحدات التراسل الأرضية. وتتمثل في أجهزة إرسال واستقبال في نطاقات (UHF) و (VHF).

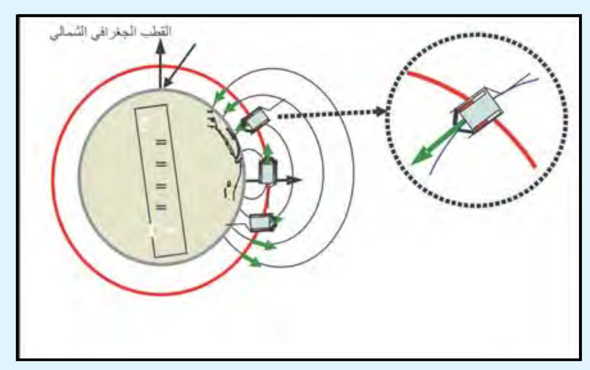
* **نظام التحكم:** ويتكون من حاسب متقدم للتحكم في جميع أجزاء القمر والتحكم في مهمته.

* **نظام الطاقة:** ومهمته تزويد أنظمة القمر بالطاقة الكهربائية المستمدة من ضوء الشمس، باستخدام الخلايا الشمسية، وكذلك تخزين الطاقة الفائضة في وحدة بطاريات مكونة من ٦ بطاريات(NiCad) قابلة للشحن.

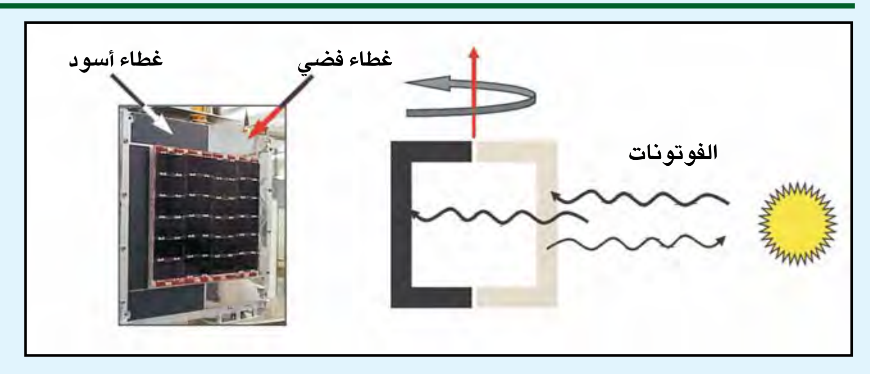
* **نظام التحكم بالوجهة:** ويتحكم في وجهة القمر، وهو نظام تحكم خامل (Passive)، أي أنه لا يستهلك طاقة كهربائية. يقوم مغناطيس بإبقاء هوائيات القمر موجهة دائما باتجاه الأرض كما يتحكم النظام في دوران القمر حول نفسه باستخدام قضبان تثبيط سرعة الدوران. ولتمكين القمر من الدوران حول محوره الرأسي يقوم النظام بتحفيز الدوران باستخدام أشرطة عاكسة للضوء وأخرى ممتصة له.

* **وحدات التراسل:** تعتمد مواصفاتها على التطبيقات التي صمم النظام على أساسها، حيث يستخدم نفس التصميم للوحدات في التطبيقات المتعددة وتهيأ الوحدة لكل تطبيق سواء كان ثابتاً أو متحركاً. تتكون وحدات التراسل من الأجزاء التالية:

- جهاز إرسال واستقبال.
- وحدة تحكم.
- وحدة طاقة.
- وحدة تحديد المواقع (GPS).
- وحدة بينية لربط الجهاز بالتطبيق المطلوب.



● كيفية توجيه القمر نحو الأرض بواسطة المغناطيس.



• تأثير الأشرطة في دوران القمر .

من أكثر مميزات برنامج سعودي كمسات جاذبية هو استخدامه لقدر قليل جداً من الطاقة في وحدات التراسل. حيث تستهلك الوحدة يوميا بضع الميلي أمبيرات، مما يعني أن بطارية صغيرة تكفي الوحدة لعدة شهور. كذلك يمكن تصغير الوحدة إلى ما يقارب ٣٠ جرام وزناً وهو ما يعادل حجم علبة الكبريت. وهذا يعني أنه يمكن مراقبة وتتبع طير يحمل الوحدة.

تجمع وحدات التراسل البيانات ـ عادة تكون صغيرة بحدود ١٠٠ بايت ـ المطلوب إرسالها في الذاكرة الداخلية . عند مرور القمر فوق الوحدة ترسل المحطة الأرضية أمراً لتلك الوحدة من خلال القمر بالبدء في إرسال بياناتها. يستغرق زمن الإرسال ـ غالبا ـ مدة أقل من الثانية عند الإرسال بسرعة ٩٦٠٠ بت في الثانية. وفي حالة كبر حجم البيانات فإنه يمكن تقسيمها لأجزاء أصغر، ومن ثم إرسالها للقمر في دورات لاحقة أو لأكثر من قمر.

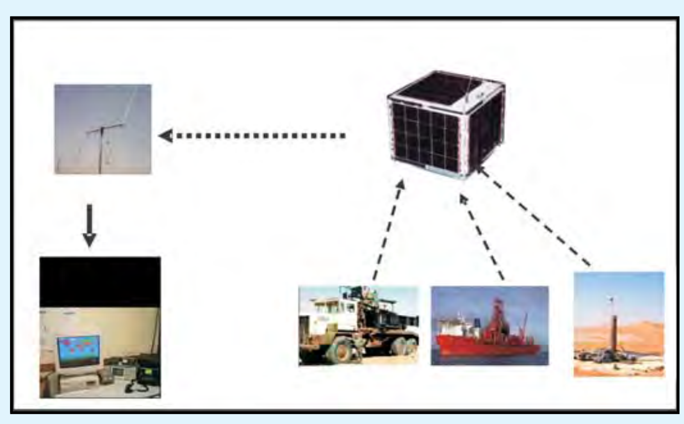
تحتاج هذه الطريقة إلى تحكم عالي الدقة في كل من القمر الاصطناعي، والمحطة الأرضية، وجهاز المستخدم. وتعد هذه الطريقة مهمة في حالة وجود عدد كبير من الوحدات في منطقة صغيرة، وذلك لتمييز المعلومات المرسلة من كل جهاز بدون تداخل. كما تستخدم في حالة كون المعلومات مهمة أو عاجلة. يرسل القمر للوحدة رداً بنجاح الإرسال أو طلباً بإعادة المحاولة.

يمكن جعل الوحدات تحسب موقع الأقمار، وعند مرور أحدها ترسل البيانات أملاً في أن يلتقط القمر تلك الإشارة. وتستخدم هذه الطريقة في المناطق التي يقل فيها عدد الوحدات مثل أجهزة رصد الطقس في المحيطات.

يقوم القمر الاصطناعي في كلا الطريقتين بجمع المعلومات وإعادة إرسالها للمحطة الأرضية؛ لمعالجتها وتحويلها لمشغلي وحدات التراسل. ويمكن للمشغل الحصول على المعلومات في أي مكان في العالم من القمر مباشرة أو من الإنترنت خلال مدة ٥ دقائق من إرسالها من الوحدة.

● تطبيقات سعودي كمسات

يوفر برنامج سعودي كمسات طريقة فعالة واقتصادية لنظام إرسال واستقبال ومعالجة البيانات الرقمية والتماثلية المبني على الأقمار الاصطناعية، من وحدات تراسل ثابتة أومتحركة في جميع أنحاء العالم. يمكن أن تكون هذه البيانات عبارة عن درجة حرارة أو تحديد موقع أو إشارة تحذيرية أو تحديد حالة أو قراءات رقمية مختلفة.



• تطبيقات كمسات في مراقبة الممتلكات .

حدد تصميم نظام سعودي كمسات التطبيقات التي يمكن القيام بها بصورة اقتصادية وعملية، حيث يستطيع للاتصال بالآلاف من وحدات التراسل. تستطيع كل وحدة الاتصال بقمر واحد قرابة ٤ مرات في اليوم. وكلما زاد عدد الأقمار في المنظومة كلما أمكن خدمة عدد أكبر من الوحدات، وزاد عدد المرات في اليوم التي تستطيع كل منها الاتصال بالأقمار.

توجد العديد من التطبيقات التي يمكن خدمتها ببرنامج سعودي كمسات، منها مايلي:-

*** مراقبة شبكات أنابيب البترول والماء:**

وتعد من أهم تطبيقات نظام سعودي كمسات، وفيها يمكن المتابعة عن بعد وباستمرار كل المعلومات الهامة الخاصة بتلك الشبكات، حيث يزود نظام مراقبة ـ الشبكات المستخدمة من قبل سعودي كمسات ـ مشغليها بكل المعلومات عن حالاتها مثل معدل التدفق، والضغط داخل الأنابيب، وحالات التسرب، ومعدل التخزين، وحالة نظام الأمان، وحالة المضخات، وحالة الصمامات ومغذيات الطاقة.

كما يمكّن سعودي كمسات مشغلي هذه الشبكات من عمل نظام تحكم آلي مغلق، وذلك بأن يستقبل مشغل الشبكة القراءات من وحدات التراسل، ثم يرسل أوامر التحكم لها عبر أقمار سعودي

كمسات بدءاً من أوامر التشغيل والإيقاف البسيطة، إلى أوامر أكثر تعقيداً كالتحكم في معدل التدفق وحالة الصمامات.

يوفر سعودي كمسات نظام مراقبة فعال جداً لخطوط الأنابيب، مخفضاً بذلك تكاليف التشغيل والمراقبة. ويعد هذا النظام هو الحل المثالي لمثل هذا التطبيق؛ وذلك لأن أنظمة المراقبة الأرضية الأخرى البديلة مكلفة ولا تقوم بعمل فعال للمشكلات الناتجة عن الترددات أو مجال التغطية خصوصا في المناطق النائية.

* **مراقبة الممتلكات:** وتعد هذه المهمة من أهم تطبيقات نظام سعودي كمسات. ونظراً لطبيعة المنافسة في عالم الأعمال اليوم فإنه من الضروري التحكم في المصادر المتحركة مثل أساطيل الشاحنات والحاويات التي تلعب دوراً كبيراً في نقل البضائع والخدمات. كما أنه من الضروري متابعة العربات والمعدات الثقيلة مثل الحصادات والرافعات لتخطيط وإدارة الأعمال المتعلقة بها. فضلاً عن ذلك، فإن مواقع هذه الممتلكات وحالتها التشغيلية تعد من أهم المعلومات التي يتطلب معرفتها.

إن نظام مراقبة الممتلكات المبني على نظام سعودي كمسات هو تصميم متكامل من البرامج والأجهزة والشبكات لتطوير الإدارة والأمان والإنتاجية في الممتلكات المتحركة والثابتة. ترسل وحدات التراسل المحمولة على العربات ـ مثلاً ـ أو الحاويات مواقعها للقمر كبيانات رقمية يتم تحويلها لمشغلي وملاك هذه الممتكات.

يجمع مركز إدارة الأسطول المعلومات الحالية والتاريخية لكل شاحنة، ويستطيع مشاهدة معلومات قافلة كاملة أو جزء منها. يزود النظام في تقاريره معلومات عن الإنتاجية والمعلومات المالية وتاريخ الإنذار.

صُمم النظام ليفي بمعظم متطلبات المستخدمين، حيث يتم تحديث مواقع الممتلكات في مدة زمنية تتراوح بين ٥ دقائق و ٣٠ يوم بحسب التطبيق المطلوب ورغبة المستخدم.

وهناك طريقتان لتحديد موقع وحدات التراسل:

١- استخدام مستقبل أنظمة الملاحة الفضائية مثل نظام جي بي إس (GPS) بحيث يكون هذا المستقبل مدمجاً في وحدات التراسل. تقرأ الوحدة الموقع من أقمار الملاحة وتحولها على هيئة بيانات رقمية ترسلها إلى القمر، ومن ثم إلى المحطة الأرضية ليحصل عليها المستفيد. تتميز هذه الطريقة بالدقة والاعتمادية المبنية على أقمار الملاحة الفضائية.

٢- استخدام تغيير دوبلر (Doppler Shift) : وهي ظاهرة فيزيائية يتغير فيها تردد الإشارة المرسلة من وحدات التراسل، ومنها يتم تحديد موقع المتحرك. وبالرغم من أن هذه الطريقة أقل تعقيداً إلا أنها أقل دقة، حيث تحديد الموقع بمعدل خطأ ٣٠٠ - ١٠٠٠ متر.

* **شبكات تغذية المياه:** وفيها يمكن لنظام سعودي كمسات المراقبة والتحكم في البنية التحتية لشبكات المياه، وذلك لأن تكاليف التشغيل لشبكة تغذية مياه معقدة غير ممكن عملياً بدون نظام تحكم ومراقبة مناسب. ومن الأمثلة العملية على ذلك المراقبة والتحكم آلياً بمضخة تغذية خزانات مياه. كما يمكن نقل معلومات أساسية يلزم مراقبتها مثل التدفق، وجودة الماء، وحالة المضخة، ومستوى الماء.

* **المراقبة والتحكم في شبكات توزيع الطاقة الكهربائية:** حيث يمكن بواسطة نظام المراقبة التحكم في معدل الجهد والتيار، وحالة المحولات وقراءات العدادات وحالة الإنذار. حيث يمكن لنظام سعودي كمسات تزويد مشغلي الشبكة الكهربائية بكل المعلومات اللازمة لتقليل وقت الاستجابة اللازم للصيانة وتقليل مرات وفترات الانقطاع في الخدمة.

* **المراقبة والتحكم في الأنظمة الزراعية:** حيث يتم المساعدة عن طريقه في كفاءة الإنتاج الزراعي التحكم في مصادر الإنتاج (الآلات، المياه، الأسمدة)، والتحكم والمراقبة في الري والطقس (درجة الحرارة، الرطوبة، وسرعة الرياح). يمكن لوحدات الطرفيات المزودة بكاميرا إرسال الصور ـ خصوصاً في فترة الصيف ـ وبالتالي يقلل المزارع من زياراته للحقل.

* **مراقبة الطقس والبيئة:** يعد من أهم مجالات تطبيقات الأقمار الاصطناعية، حيث من المألوف دمج بيانات المراقبة الفضائية مع بيانات أخرى يتم الحصول عليها من وحدات طقس أرضية؛ ليستطيع مركز مراقبة مركزية تكوين معلومات أشمل عن الطقس والبيئة. ترسل وحدات الطقس الأرضية بياناتها بواسطة شبكة اتصالات أرضية، أو عن طريق الأقمار الاصطناعية أو بهما معاً. تستطيع أقمار سعودي كمسات نقل بيانات أجهزة الطقس الأرضية الموزعة في مناطق نائية وذلك بوضع وصلة بينية بين أجهزة الطقس ووحدات التراسل، وبذلك يمكن نقل قراءات مثل درجة الحرارة والضغط الجوي وسرعة الرياح دورياً وبكفاءة عالية.

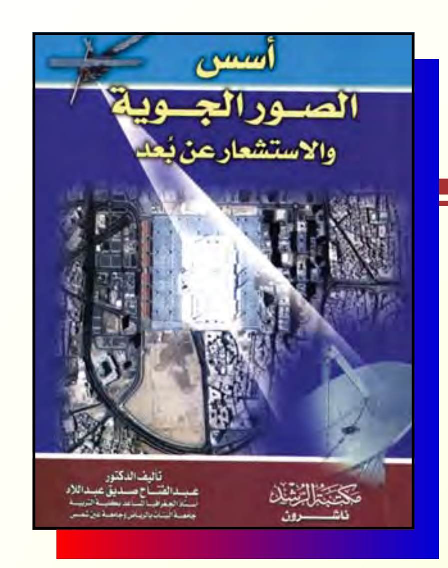
تعد المحيطات عاملاً أساسياً في تغيرات الطقس على الأرض، وبمراقبة المحيطات يمكن فهم الظواهر الطبيعية المتفاعلة في المحيطات، وفي الجو بصورة أكثر عمقا، لذلك يستطيع خبراء البيئة والطقس توقع الأحداث البيئية المستقبلية على المدى القصير والمتوسط والطويل. ويمكن دمج وحدات الطقس الأرضية مع وحدات التراسل في داخل عوامات لمراقبة المحيطات لإرسال معلومات مثل درجة الحرارة، والضغط الجوي، وسرعة واتجاه التيارات المائية، ومعلومات الموج البحري.

* **الحياة البرية:** حيث يمكن تتبع أنواع عديدة من الثدييات والطيور والأسماك بنظام قليل التكلفة مقارنة بغيره من التقنيات، مثل: الاتصالات الأرضية. وحيث إن الصيد بالصقور من الرياضات الشائعة في المملكة؛ فيمكن لنظام سعودي كمسات تتبع الصقور في حال ابتعادها عن أصحابها بواسطة وحدات التراسل، وهي عبارة عن وحدة إلكترونية صغيرة بحجم



● شبكات أنابيب البترول والماء .

عرض كتاب



أسس الصور الجوية والاستشعار عن بعد

عرض: فهد بن سالم القرناس

صدر هذا الكتاب عام ١٤٢٦هـ-٢٠٠٥/م، وهو من الحجم المتوسط ويقع في أربعمائة وخمسة وستين صفحة (٤٦٥) بما فيها الملاحق والمصطلحات العلمية باللغة العربية والانجليزيه. قام بتأليف الكتاب الدكتور عبدالفتاح صديق عبداللاه أستاذ الجغرافيا المساعد بكلية التربية جامعة البنات بالرياض وجامعة عين شمس، وقامت بإصداره مكتبة الرشد.

يتحدث الكتاب عن أهمية التصوير الجوي والفضائي في العلوم الجغرافية والتطبيقية، وأهمية التطورات الحديثة التي حصلت في هذا الجانب المهم للعديد من مجالات التنمية كالتخطيط الزراعي والبيئة والعمران وإنشاء الخرائط وتفسيرها، وتغيرعمليات المسح للأرض وغيرها من المجالات الواسعة.

تم تقسيم الكتاب إلى بابين، تناول **الباب الأول**: موضوع الصور الجوية من خلال ثلاثة فصول، تحدث الفصل الأول عن أهمية الصور الجوية وأنواعها، حيث بدأ بمقدمة عامة عن الصور الجوية والصور الفضائية، وبين أنه عند النظر إلى الصور الفضائية فإننا نرى موضوعات مختلفة الأحجام والأشكال بعضها يتم التعرف عليه بسرعة، وهنا فنحن نمارس ترجمة للصور الجوية، والبعض قد لايكون كذلك وإنما يعتمد على مداركنا وتجاربنا. وأضاف الكاتب أن التصوير الجوي يرجع الى عام ١٨٥٨م عندما تم استخدام البالون في التصوير الجوي، وبيَّن أن هذه الطريقة لم تلق الاهتمام الكبير نظراً لصعوبتها ونتائجها غير المؤكدة. وفي فترة مابين الحربين الأولى والثانية ظهرت تطبيقات غير عسكرية متعددة؛ ناتجة من الخبرة المكتسبة في المجال العسكري، وبذلك تم فتح المجال للاستخدامات والتطبيقات المدنية مثل مسح الغابات والزراعة والتعدين،ثم تطورت أساليب التصوير فأصبحت أكثر تقدماً، مثل التصوير باستخدام الأشعة تحت الحمراء.

كما استعرضت المقدمة أنواع الصور ودور المملكة العربية السعودية في مجال الفضاء وإسهامات **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** بشكل خاص في إنشاء البنية التحتية لمجال الفضاء وتطبيقاته.

تلا ذلك استعرض المؤلف أهمية الصور الجوية، والفرق بينها وبين الخريطة. كما بيَّن تاريخ ظهور الصور الجوية وفكرة التصوير وأنواع الأفلام، ثم انتقل إلى أنواع الصور مبيناً أن الصور الجوية تنقسم إلى عدة أنواع بحسب زاوية العدسة وارتفاع الطائرة وزاوية الميل، وكذلك طبقاً لمقياس وأبعاد الصور، ومقياس رسم الخريطة. وأخيراً بيّن في هذا الفصل خصائص الصور الجوية والتي فيها التداخل والإبصار المجسم والأجهزة، أو أدوات الإبصار المجسم، ثم مكونات الصور الجوية، والعوامل المؤثرة على أبعاد المجسم وأدواته وكيفية الإعداد لالتقاط الصور الجوية، ومراحل تحديد خطوط الطيران.

تناول **الفصل الثاني** من **الباب الأول**: أسس تفسير قراءة الصور الجوية مبيناً أهمية عناصر التميز وأن نجاح ترجمة الصور الجوية يختلف طبقاً لتدريب المفسر وخبرته، وطبيعة الأشياء. كما تطرق إلى عناصر تفسير الصور الجوية والتي يجب أن تؤخذ في الاعتبار في معظم التطبيقات، ومنها الشكل، الحجم، النمط، الظلال، درجة اللون، النسيج، الموضع والترابط.

تناول المؤلف في **الفصل الثالث**: تفسير الصور الجوية، واصفاً العوامل التي تؤثر على تفسيرها، وموضحاً أن تفسير الصور الجوية ليست مباشرة؛ لأن تفسير أي صورة سواء رقمياً أو ورقياً يشتمل على مرحلتين هما:- تشخيص ظواهر الأرض، وتحديد أهميتها. وبيَّن العوامل الفوتوغرافية المؤثرة على التفسير، وأورد عدة عوامل مشيراً إلى أنها ثابتة نسبياً ويمكن السيطرة عليها إلا أن هناك عوامل طبيعية متغيرة تؤثر على الصور الجوية مثل: لون الجسم، وموقعه بالنسبة لزاوية الشمس، وكمية الضباب الموجود بالجو. ولذلك يمكن تعديل العوامل الثابتة لجعلها

ملائمة للتطبيقات التي سوف تستعمل بها الصور؛ لتكون مؤشراً للاختبار، واتخاذ القرار بالتصوير الجوي من عدمه، وأهداف التفسير ومراحل إعداده.

ثم انتقل المؤلف إلى مراحل قراءة الصور الجوية. موضحاً أن عملية تفسير الصور النهائية يتوقف على أربع مراحل هي: القراءة والتحليل والتصنيف والاستنتاج والتخطيط. وأخيراً اختتم الكاتب هذا الباب في توضيح أنه الرغم من وجود جوانب قصور في استخدامات الصور الجوية؛ إلا أنها تمثل الشكل السائد والأكثر توفيراً في الاستخدامات مقارنة بغيره من النظم، وأيضاً كأحد مصادر البحث الجغرافي، ومن ثم إمكانية إنتاج الخرائط الطبوغرافية وخرئط استخدامات الأراضي، وخرئط النمو العمراني والتي تستخدم في عمليات حصر الموارد الطبيعية واستخدامات الصور الجوية في دراسات مسح الأرض والدراسات العمرانية والجيمورفولوجية والمعالجة الحديثة للصور الجوية من خلال نظم المعلومات الجغرافية.

تناول الكاتب في **الباب الثاني**: موضوع الاستشعار عن بعد من خلال خمسة فصول، حيث استعرض **الفصل الأول**: تعريف الاستشعار عن بعد وأهدافه، والتطورات التاريخية التي حدثت في هذا المجال، بدءاً من التصوير بالبالون، إلى التصوير الجوي، ثم الفضائي، وذكر أن مصطلح الاستشعار عن بعد تم إطلاقه من قبل إيفيلن برت عام ١٩٦٠م والذي صاحب إطلاق الأقمار الاصطناعية، ثم انتقل الكاتب إلى استعراض تطبيقات الاستشعار عن بعد في مجال الخرائط والجيولوجيا والهيدرولوجيا والزراعة والعمران والأرصاد الجوية والبيئة ورصد الكوارث الطبيعية والآثار والأودية القديمة، والثروة السمكية ورسم خرائط استخدام الأرض، والتركيب المحصولي والاستخدامات والتطبيقات العسكرية.

انتقل الكاتب بعد ذلك إلى مكونات تحليل بيانات الاستشعار عن بعد ومعالجتها، فأوضح أن تحليل البيانات يعتمد على مجموعة عناصر منها: أجهزة تحليل ومعالجة، و برامج تطبيقية واخيراً على أجهزة دراسة السلوك الطيفي والمكاني. وهنا استعرض المؤلف أجهزة الراديومتر (Radiometer) وأجهزة سبكرومتر للأشعة تحت الحمراء (IRIS)، وأجهزة تحديد المواقع(GPS). وقد تحدث المؤلف بالتفصيل عن مكونات نظام تحديد المواقع وأنواعها، كما تطرق إلى المدارات التي تسلكها الأقمار الاصطناعية، وبيَّن بالتفصيل المدارات المنخفضة مقارنة بالمدارات الثابتة، كما وضَّح المدار القطبي والتغطية والتداخل في مسوحات الأقمار.

ناقش المؤلف أنواع منظومات المسح، وتحدث عن الجيل الأول من الأقمار الاصطناعية واصفاً أنها (سلبية) لاعتمادها في التصوير على أشعة الشمس، ثم حدد أنواعها. تلا ذلك استعراض للجيل الثاني ـ الأقمار الإيجابية ـ التي تعتمد على إرسال موجات لسطح الأرض واستقبالها مرة أخرى، ثم تحديد أنواعها. وفي نهاية هذا الفصل تحدث عن وسائل تخزين الصور الفضائية، وبيَّن أن هناك وسائل مختلفة للتخزين تلائم حاجة المستخدمين وذلك اعتماداً على نظام الأجهزة المتوفرة لديهم، واستعرض أكثر الوسائل شيوعاً في هذا المقام بدءاً من الأشرطة المغنطة، مروراً بأشرطة الكارتدريج إلى أقرص الليزر، ثم صيغ برامج الاستشعار عن بعد، والملفات (Format) وكيفية الحصول على بيانات الأقمار الفضائية. واختتم المؤلف هذا الفصل ببيان أن استخدام الاستشعار عن بعد كأداة لحصر الثروات الطبيعية وإدارة البيئة لأغراض التنمية المستدامه تتفوق على النظم التقليدية، وذلك لتكرار معلوماته مع الزمن، ورخص تكاليفه بالنسبة لكبر المساحات التي تغطيها بياناته.

خصص المؤلف **الفصل الثاني** لبحث الأساس العلمي لعملية الاستشعارعن بعد، والذي يعتمد أساساً على فهم الطاقة الكهرمغناطيسية لتفسير معلومات الاستشعار عن بعد. واستعرض الكاتب الإشعاع الكهرمغناطيسي وتفاعلاته مع مواد الغلاف الجوي، ثم انتقل إلى نوافذ الغلاف الجوي والظواهر التي يتم رصدها. كذلك تناول المؤلف مكونات نظام الاستشعار عن بعد شارحاً التحليل الطيفي لأشعة الشمس وأنواع الاستشعار عن بعد والعلاقة بين الطاقة المنعكسة والظواهر الأرضية، وبيَّن أنه من خلال دراسة الانعكاس للظواهر المختلفة وجد أن هناك عدة أشكال للانعكاس، حيث أوضح الانعكاس التناظري والمنشر. ثم انتقل إلى أنماط الانعكاس الطيفي وخصائصه بالنسبة للنباتات، كما تطرق إلى نظم الاستشعارعن بعد، مثل: نظام فديو الشعاع المرتد، ونظام المسح المتعدد المجالات التطبيقية(MSS)، كما تطرق إلى مصطلح قوة التفريق (Resolution) موضحاً أنه يعني القدرة على التمييز بين جسمين متجاورين أو درجة وضوح الأرض، وأنه يعتمد على أن كل صورة تتكون من خلايا يطلق عليها بيكسل(pixel) ـ أصغر وحدة يمكن إظهارها ـ حيث تعبر كل خليه عن رقم يمثل القيم التي تعكسها الظواهر الأرضية المختلفة. وتختلف مساحة الخلية التي تسجلها أجهزة الاستشعار باختلاف الأقمار الاصطناعية، ففي قمر لاندسات ١، ٢ تبلغ حوالي ٧٩ متراً مربعاً، أما في لاندسات ٤، ٥ فتبلغ ٣٠ متراً مربعاً، وهكذا

بالنسبة لأقمار سلسلة سبوت فتبلغ ١٠ متراً مربعة و ٢٠ متراً مربعاً، وفي اقمار إيكونس تبلغ إلى أقل من ١متر مربع. كما تطرق المؤلف إلى الموجات الضوئية موضحاً أن تطبيق المجالات الضوئية وأطوالها يختلف باختلاف نوع القمر. ويوضح أن تعدد الموجات ميزة مفيدة لرؤية للشكل الواحد من خلال اختلاف الموجات وعلاقتها باختلاف الانعكاس، وأيضاً هناك موجات معينة تفيد أكثر من غيرها في تحليل وتفسير الظواهر الأرضية، وكذلك تحديد أنماط واستخدامات الأراضي. ثم انتقل بعد ذلك إلى الاستشعار الموجي (الرادار) الذي يعد من أحدث طرق التصوير الفضائي التي شهدت تطورات ملحوظة في استخدام موجات ذات ترددات موجية طويلة مما يجعل الأرض شبه شفافة يمكن النفاذ إلى باطن سطحها. كما تطرق إلى أسس التصوير الراداري ومميزاته ـ مقارنة بغيره ـ واستخداماته.

تناول المؤلف في **الفصل الثالث** من **الباب الثاني**: طرق التحسين، وبيَّن أن المقصود من التحسين هو جعل الصور أكثر قابلية للتفسير، واستعرض الأدوات المستخدمة في التحسين، ثم أشكال التصحيح والتأثيرات الجوية والتحسين بواسطة المرشحات وأنواع المرشحات المستخدمة. بعد ذلك انتقل المؤلف إلى الحديث عن التصحيح الهندسي واستعرض التصحيح بواسطة عمل الإحداثيات بواسطة أركان الصورة، وأيضاً التصحيح بواسطة خريطة أو صورة رقمية ذات مقياس معلوم. تلى ذلك خطوات التصحيح ونقاط المراقبة الأرضية مع أمثله تطبيقية لبرنامج إيرداس أماجن. كما استعرض طرق زيادة التباين وأسلوب تحسين الصور، والتي منها الخطي والتساوي الهستوجرامي والتلوين الكاذب، ثم تقطيع الكثافة والتحسين المكاني وأنواع المرشحات، وطرق دمج صورتين رقميتن بين الأقمار المختلفة، ودمج المكونات الرئيسة (PCC) ـ تحليل المركبات الاساسية (PCA) ـ والتراكيب النسبية (Ratio Enhancement). وأخيراً تطرق الى تحسين الصور الرادارية وأمثلة لأدوات المعالجة المستخدمة في بعض البرامج.

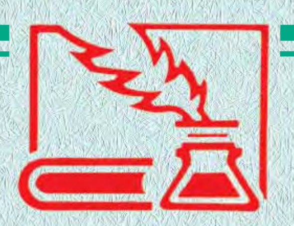
استعرض **الفصل الرابع** تصنيف الصور الفضائية، عرض فيها المؤلف مقدمة عن التصنيف، موضحاً أنها من أهم العمليات في الاستشعار عن بعد، حيث تمثل مطلب مهم لكثير من المهتمين في الاستشعار عن بعد. وذكر المؤلف نوعين رئيسين من التصنيف هما: التصنيف البصري والرقمي، موضحاً مميزات كل منهما. كما أشار إلى أن الهدف من عملية التصنيف هو الحد من تكلفة المسح الميداني التفصيلي التي كانت تعتمد سابقاً على المسح الحلقي، وما يترتب عليها من صعوبة الوصول لبعض الأماكن. كما أن عملية التصنيف المراقب تعطي نتائج دقيقة، وحدد ثلاث طرق رئيسية تطبق في التصنيف هي: طريقة الصندوق، وطريقة المسافة الأصغرية، وطريقة الاحتمال الأعظم. كما تناول المؤلف تطبيقات صور الأشعة تحت الحمراء في الدراسات البيئية التي تم فيها التعرف على رطوبة التربة والزراعة، وكذلك الكشف عن حرائق الغابات ودراسات المياه الجوفية والينابيع.

استعرض الكتاب **بالفصل الخامس** أمثلة تدريبية باستخدام برنامج إيرداس إيماجن إصدار ٨١ إلى ٨٥، والخطوات التطبقية في مواضيع مثل تحويل الصور الفضائية إلى خريطة في المثال الأول. في المثال الثاني تناول تسلسل الخطوات وطريق العمل وصولاً الى حفظ الخريطة الناتجة، أما المثال الثالث فهو إنشاء خريطة التفسير المراقب / غير المراقب بواسطة هذا البرنامج. أما المثال الرابع فكان عن استخدام صور سبوت في دراسة مخاطر الفيضان في بنغلادش، بينما تناول المثال السادس استخدام بيانات الاستشعار عن بعد في البحث عن الفحم، وأخيراً اختتم هذا الفصل ببعض التطبيقات الأخرى المختارة.

يضيف الكتاب مادة علمية العربية مجال في العلوم الجغرافية والطبيعية يمكِّن الباحثين من الإلمام بمكونات كل من الصور الجوية والصور الفضائية.

كما تطرق الكتاب إلى أهمية انخراط الجغرافين بفهم أكبر لعلم وطرق الاستشعار عن بعد؛ حتى يتمكنوا من استخدام نتائجه ومنتجاته في تعميق بحوثهم جنباً إلى جنب مع التخصصات الأخرى التي تخدم هذا المجال المهم. وقد قدم المؤلف جهداً مميزاً يشكر عليه، وأثرى المكتبة العربية بهذا المرجع القيم والشامل لموضوع الصور الجوية والاستشعار عن بعد بشكل علمي متسلسل. ولابد من الإشارة هنا إلى أن المؤلف أورد أمثلة جيدة لبعض التطبيقات تسمح للقاري استيعاب المادة العلمية مقرونة بالخطوات المتسلسلة باستخدام البرامج المناسبة لقد جمع الكاتب بين المادة النظرية والتدريبية والتي لاتتوفر دائماً في كتاب واحد.

بالرغم من تغطية المؤلف لجميع الموضوعات التي تهم العاملين والمعنيين في مجال الصور الجوية والاستشعار عن بعد، إلا أنه لوحظ بعض الأخطاء اللغوية والعلمية والتي نأمل أن يتلافاها المؤلف في الطبعة القادمة.



كتب صدرت حديثاً

الأقدام السكرية ... الوقاية والعلاج

صدر هذا الكتاب عام ١٤٢٧هـ/٢٠٠٦م عن الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر **بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية**، وهو الإصدار السابع من سلسلة كتيبات التوعية العلمية.

قام بتأليف الكتاب **أ.د. حسن بن علي الزهراني**، وتبلغ عدد صفحاته ١٠٤ صفحات من القطع المتوسط تناول موضوعه من خلال ثمانية فصول هي بالترتيب: مرض السكر وبتر الأطراف، أسباب حدوث القدم السكرية، قصص حقيقية لبعض المرضى، التشخيص، الوقاية خير من العلاج دائماً، أهمية الإسراع في تلقي العلاج، قضايا شرعية، أسئلة وفتاوى يكثر السؤال عنها.

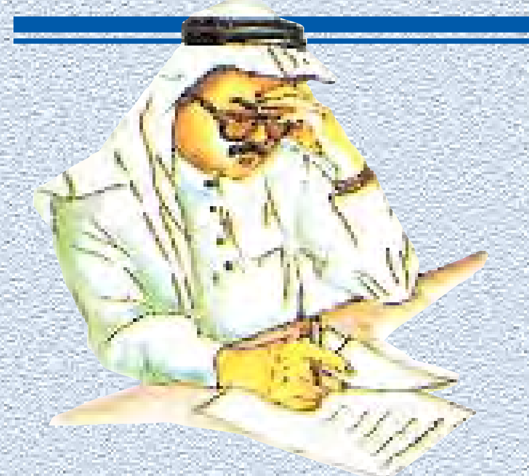
الملتقى الثقافي العلمي... نحو استراتيجية وطنية للنشر الثقافة العلمية

صدر هذا الكتاب عام ١٤٢٧هـ/٢٠٠٦م عن **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية**. وهو عبارة عن أوراق علمية تم تناولها من خلال محورين هما: المحور الفكري والمحور الإعلامي. تبلغ عدد صفحات الكتاب ١٤٣ صفحة من القطع المتوسط تشمل سرداً للأوراق العلمية المقدمة ومداخلاتها خلال جلستي اللقاء المنعقد بالمدينة في ٤/٤/١٤٢٧هـ الموافق ٢/٥/٢٠٠٦م. شمل المحور الفكري ثلاث أوراق، هي :- "البحث العلمي الفريضة الغائبة" للدكتور **راشد المبارك** و "الجدوى المنهجية لتنويع مصادر الثقافة العلمية مكون ضروري للشخصية السعوديه المركبة" للدكتور **زين العابدين الركابي**، و "الثقافة العلمية من صناعة الوعي إلى صناعة التقدم" للأستاذ **عبدالله القفارى**. أما المحور الإعلامي فقد شمل ثلاثة أوراق هي:. "الإعلام العلمي" للدكتور **حمود البدر**، و "أين نحن من شعار المعرفة قوة" للدكتور **فهد العرابي الحارثي**، و "معوقات الإسهام الفاعل لوسائل الإعلام السعودية في نشر الثقافة العلمية" للإستاذ **بدر بن أحمد كريم**.



الفيزياء العامة
ميكانيكا - حرارة - صوت

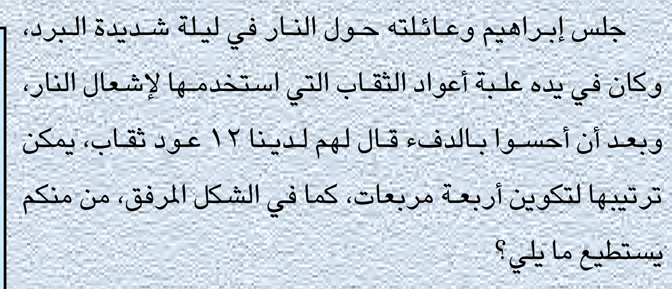
صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤٢٧هـ/ ٢٠٠٦م عن دار النشر الدولى بالرياض، وهو من تأليف د. **أرباب إبراهيم أرباب**. تبلغ عدد صفحات الكتاب ٤٣٤ صفحة من القطع المتوسط، تتناول موضوعاته من خلال عشر فصول، وذلك كما يلي:- الوحدات الفيزيائية، المتجهات، وصف حركة الأجسام، قوانين نيوتن للحركة ـ حركة المقذوفات، قوة الاحتكاك ورد الفعل، الحركة الدائرية، الشغل والتصادم، اتزان الأجسام والحركة الدورانية، الحركة التوافقية البسيطة، الصوت ،خصائص الموائع.



مساحة للتفكير

مسابقة العدد

أعواد الثقاب والمربعات



جلس إبراهيم وعائلته حول النار في ليلة شديدة البرد، وكان في يده علبة أعواد الثقاب التي استخدمها لإشعال النار، وبعد أن أحسوا بالدفء قال لهم لدينا ١٢ عود ثقاب، يمكن ترتيبها لتكوين أربعة مربعات، كما في الشكل المرفق، من منكم يستطيع ما يلي؟



١- تحريك عودين فقط للحصول على ستة مربعات ؟

٢- تحريك عودين فقط للحصول على سبعة مربعات ؟

٣- تحريك أربعة أعواد فقط للحصول على عشرة مربعات ؟

عزيزي القارىء إذا عرفت الإجابة فلا تتردد في إرسالها إلى المجلة - بالبريد، أو بالبريد الإلكتروني، أو بالناسوخ - فقد يحالفك الحظ وتكون أحد الفائزين.



أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة «**أعواد الثقاب**» فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :-

١- ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢- تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣- يوضع عنوان المرسل كاملاً مع ذكر رقم الاتصال (هاتف، فاكس، بريد إلكتروني).

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة منهم جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

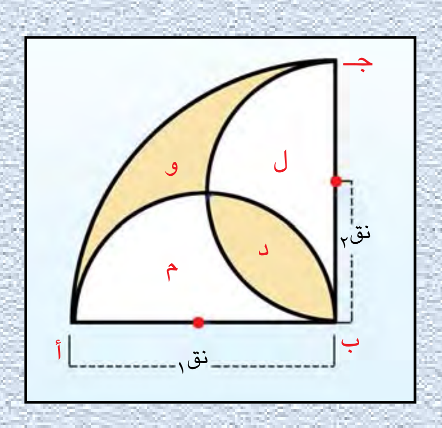
حل مسابقة العدد السابق

مساحة الشكل

حيث(ط) = النسبة التقريبية

(ل + د) أو (م + د) = $\frac{\quad}{٤}$

(ل + د) + (م + د) = $\frac{ط \not{\ }}{\not{٢}}$



ل + د + م + و = $\frac{\quad}{٤}$

ل + د + م + و = $\frac{\quad}{٤}$

ل + د + م + و = $\frac{\not{\ }}{\not{٤}}$

(نق$_{٢}$)^{٢} ط = ل + د + م + د ....(٤)

بالتعويض (٣) في (٤)

$\not{ل}$ + $\not{د}$ + $\not{م}$ + د = $\not{ل}$ + $\not{د}$ + $\not{م}$ + و

∴ د = و وهو المطلوب

أعزاءنا القراء

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة **العدد السابق** ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة، وبعد إجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من :

١ـ عبدالإله فارس السويلم / الرياض
٢ـ محمد حبيب أحمد / الرياض
٣ـ محمد الإمام محمد عبدالقادر / مرات

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدايا قيمة، سيتم إرسالها لهم على عناوينهم ، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد القادمة.

كيف تعمل الأشياء

الحاسب الآلي
القرص الصلب



إعداد : د. ناصر بن عبدالله الرشيد

عصرنا الحاضر هو عصر الحاسبات الألكترونية والشبكات، حيث دخل الحاسب في جميع مجالات الحياة، ولذا فإننا سنحاول- بإذن الله تعالى- في هذا العدد والأعداد اللاحقة تغطية كيفية عمل الأجزاء المختلفة للحاسب الآلي مبتدئين بالقرص الصلب.

لا يخلو حاسب آلي أو خادم يستخدم في وقتنا الحاضر من محرك أو أكثر للأقراص الصلبة (Hard-Disks Drives) فالحاسب الإلكتروني أو الحاسوب العملاق يتصل عادة إلى مئات منها، كما يمكن لكاميرات الفيديو وجهاز عرض أشرطة الفيديو الحديثة أن تستخدم القرص الصلب بدلاً من الأشرطة. تقوم هذه الملايين من الأقراص الصلبة بتخزين المعلومات الرقمية المتغيرة إلى صيغ ثابتة. كما أنها تعطي الحاسب الآلي القدرة على تذكر الأشياء.

تتناول هذه الحلقة ما بداخل القرص الصلب، وكيف ترتب المعلومات على هيئة وحدات تعرف بالبيت (Byte) في ملفات.

أخترع القرص الصلب في ١٩٥٠م، حيث بدأ كقرص ضخم يصل قطره إلى ٥٠سنتيمتر ومع ذلك لا يستطيع تخزين أكثر من عدة ميجابيت. يطلق على هذا النوع اسم القرص الثابت، وقد عرف فيما بعد باسم القرص الصلب (Hard disk) تميزاً له عن القرص المرن(Floppy disk).

يحتوي القرص الصلب على اسطوانة فوتغرافية صلبة (Hard platter) تمسك الوسط المغناطيسي(Magnetic medium) كما في الشرائح البلاستيكية المرنة الموجودة في أشرطة التسجيل الصوتي وأقراص الحاسب المرنة.

أسس عمل القرص الصلب

لا يختلف القرص الصلب كثيرا عنً أشرطة تسجيل الصوت (Cassette tape)، إذ يستخدم كلاً منهما تقنيات التسجيل المغناطيسي، كما يشتركان في الاستفادة من التخزين المغناطيسي الذي يتميز بإمكانية المسح وإعادة الكتابة، كما أنه يستطيع تذكر طرز التيارات (Flux) المغناطيسية المخزنة على وسط التخزين لعدة سنوات.

تتمثل الفروق الرئيسية بين القرص الصلب وشريط تسجيل الصوت فيما يلي:

١- تكون مواد التسجيل المغناطيسية على شريط تسجيل الصوت عبارة عن دهان على شريط رقيق من البلاستيك، بينما في حالة القرص الصلب تكون مواد التسجيل المغناطيسية عبارة عن طبقة على قرص من الزجاج أو من الألمنيوم عالي النوعية، ثم تلمع الاسطوانة الفوتوغرافية حتى تصبح في نعومة المرآة.

٢- يحتاج الشريط إلى لفه إلى الأمام أو إلى الخلف للحصول على نقطة معينة وهذا قد يأخذ عدة دقائق مع الأشرطة الطويلة، بينما في حالة القرص الصلب في الحاسب الآلي يمكن التحرك إلى أية نقطة على سطح القرص في الحال.

٣- في حالة شريط التسجيل الصوتي يلمس رأس القراءة والكتابة مباشرة سطح الشريط، بينما في حالة القرص الصلب فإن رأس القراءة والكتابة يسبح فوق القرص ولا يلمسه أبداً.

٤- يتحرك الشريط في المسجل الصوتي على الرأس بسرعة حوالي خمس سنتيمترات في الثانية، بينما تتحرك الراسمة في القرص الصلب بسعة تصل إلى ٧٥٠٠سنتيمتر في الثانية.

٥- تخزن المعلومات في القرص الصلب في مجالات مغناطيسية صغيرة جداً مقارنة بشريط المسجل. يصبح عمل هذه المجالات ممكناً بواسطة دقة الراسمة وسرعة الوسط (Medium).

ونتيجة للفوارق المذكورة فإن الأقراص الصلبة الحديثة قادرة على تخرين كميات مهولة من المعلومات في حيز صغير ، كما يمكن للقرص الصلب من إتاحة أي من تلك المعلومات في جزء من الثانية.

السعة والأداء

للأقراص الصلبة سعة وسرعة أداء معينتين يمكن تفصيلهما فيما يلي:

● **السعة**

تحتوي آلة الطباعة النموذجية على قرص صلب تتراوح سعته ما بين ١٠-٤٠جيجابيت. تخزن المعلومات على القرص الصلب على هيئة ملفات يتكون كل ملف من وحدات يتكون كل منها من أرقام ثنائية (Bytes). وقد تكون الوحدات ثنائية الأرقام حروفاً في نص، أو تعليمات

لاستخدام برنامج حاسوبي، أو سجلاً لقاعدة معلومات، أو نقط ملونة في صورة، حيث يستطيع الحاسب استعادتها وإرسالها إلى وحدة المعالجة المركزية (Central Processing Unit - CPU) دفعة واحدة.

يستخدم الحاسب الآلي الرقم ٢ كأساس بدلاً من الأساس العشري (Decimal Digits)، لأن هذا يجعله أسهل في التنفيذ مع التقنيات الإلكترونية الحديثة. ويمكن عمل حاسبات على الأساس الرقمي ١٠ ولكن هذا سيجعله مكلف جداً. ومن جانب آخر فإن الحاسبات ذات الأساس الرقمي ٢ أرخص نسبياً.

● سرعة الأداء

هناك طريقتان لقياس سرعة أداء القرص الصلب، هما:

* **معدل البيانات (Data Rate)**: ويمثل عدد الأرقام الثنائية (Bytes) التي يستطيع المحرك تحويلها إلى وحدة المعالجة المركزية في الثانية الواحدة. يتراوح المعدل الشائع ما بين ٥ إلى ٤٠ ميجابت في الثانية الواحدة.

* **وقت البحث (Seek Time)**: وهو عبارة عن الوقت المستغرق من بدء وحدة المعالجة المركزية بطلب الملف إلى أن ترسل أول بايت إلى وحدة المعالجة المركزية. الوقت الشائع في هذه الحالة يتراوح ما بين ١٠ إلى ٢٠ جزء من المليون من الثانية.

الجدير بالذكر أن هناك عامل ثابت (Parameter) آخر مهم لقياس سعة المحرك، وهو عدد الأرقام الثنائية التي يستطيع الاحتفاظ بها.

مكونات القرص الصلب

يتكون القرص الصلب من عدد من الأجزاء أهمها ما يلي:



● شكل (١) القرص الصلب من الخارج والداخل

● اللوح الإلكتروني

تتمثل أفضل طريقة لفهم آلية عمل القرص الصلب في الحاسب الآلي في النظر في داخله، وبما أن فتح القرص الصلب سيتلفه فإن هذه العملية لا يمكن أن تتم في المنزل إلا في حالة وجود محرك غير صالح للاستعمال، ويوضح الشكل (١) أن القرص الصلب عبارة عن صندوق من الألمنيوم مغلق بإحكام مع منظم إلكتروني متصل بأحد جوانبه. تتحكم الإلكترونيات بآلية القراءة والكتابة، كما تتحكم بالمحرك الذي يدير الاسطوانة الفوتوغرافية (Platter) تجمع الإلكترونات المجالات المغناطيسية على المحرك في أرقام ثنائية (bytes) فيما يسمى عملية القراءة، ثم تحول الأرقام الثنائية إلى مجالات مغناطيسية، فيما يسمى بعملية الكتابة. تحتوي جميع الألكترونيات على لوح صغير مفصول عن بقية المحرك.

● الأجزاء تحت اللوح

يوجد أسفل اللوح جميع الوصلات التي تجعل المحرك يدير الاسطوانة الفوتوغرافية، بالإضافة إلى ثقب تهوية عالي التنقية، يسمح بتعادل الضغط الداخلي والخارجي. عند رفع الغطاء يبدو المحرك لأول وهلة أنه بسيط، ولكن له أجزاء داخلية دقيقة جداً. يوجد تحت اللوح الأجزاء التالية:

* **الأسطوانات الفوتوغرافية**: وتصنع عادة من مادة ذات قدرة تحمل عالية ويجب أن تكون ناعمة (مصقولة) كالمرآة بحيث يمكنك مشاهدة صورتك فيها، وعندما يكون المحرك في وضع التشغيل فإنها تدور بسرعة فائقة تتراوح ما بين ٣٦٠٠ إلى ٧٢٠٠ دورة في الدقيقة.

تزداد كمية المعلومات التي يستطيع المحرك تخزينها بزيادة عدد الإسطوانات الفوتوغرافية (Multiple Platters) يوضح شكل (٢) محرك له ثلاث اسطوانات فوتوغرافية وستة رؤوس كتابة / قراءة. يجب أن تكون آلية حركة الذراع على القرص الصلب دقيقة وسريعة جدا، و يمكن الحصول عليها باستخدام محرك خطي عالي السرعة.



● شكل (٢) قرص صلب متعدد الإسطوانات الفوتوغرافية





● الاسطوانة الفوتوغرافية مع الذراع

● شكل (٣) المغناطيس الكهربائي

تستخدم بعض المحركات في الحاسبات الآلية لتحريك الذراع طريقة ملف الصوت (Voice Coil) – في جهاز التسجيل – لتحريك المخروط في مكبر الصوت (Speaker).

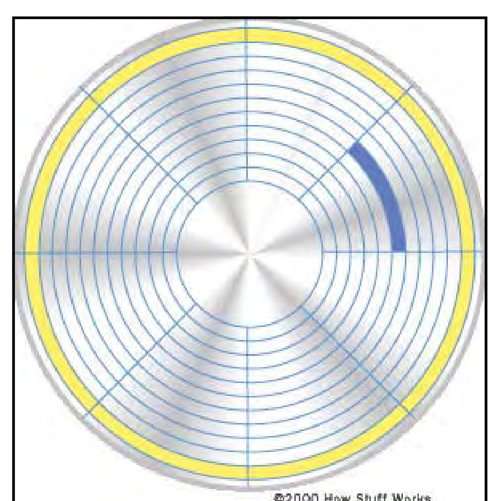
* **الذراع (Arm):** ويمسك رؤوس القراءة والكتابة ويتم التحكم به بواسطة تركيبة (Mechanism) تقع في الزاوية الشمالية العليا. يستطيع الذراع تحريك الرؤوس من محور المحرك إلى حافته. حركة الذراع تكون خفيفة جداً وسريعة. يستطيع الذراع التحرك على محرك القرص الصلب النموذجي من المركز إلى الحافة ويعود إلى المركز حوالي خمسين مرة في الثانية، إنه شيء مدهش أن ترى ذلك.

● المغناطيس الكهربائي

يمثل المغناطيس الكهربائي (Electromagnet) رأس التسجيل، ويشبه في شكله حبة الفاصوليا المسطحة، وهو جزء مهم في الحاسب الآلي، كما هو الحال في مسجلات الصوت، حيث يتكون ببساطة من قلب من الحديد ملفوف عليه سلك، شكل (٣). ترسل الإشارات أثناء التسجيل في الملف فينتج عن ذلك مجالات مغناطيسية في القلب الحديدي. يؤدي مرور التيار الكهربائي في الملف إلى تولد مجالات مغناطيسية تعمل على مغنطة أكسيد الحديد يشكل تدفق المجال المغناطيسي شكلاً هدبياً يعمل على قفز الفجوة، يعمل هذا التدفق على مغنطة أكسيد الحديد على الاسطوانة الفوتوغرافية

تخزين البيانات

تخزن المعلومات والبيانات على سطح الأسطوانة الفوتوغرافية على شكل مسارات دائرية متحدة المركز (Tracks)، وقطاعات (Sectors) من الدائرة يكون رأسها باتجاه مركزها كما في الشكل (٤).



● شكل (٤) المسارات والقطاعات على الإسطوانة الفوتوغرافية

يمكن مشاهدة المسار (Track) النموذجي في اللون الأصفر، أما القطاعات فتشاهد في اللون الأزرق. تحتوي القطاعات على عدد ثابت من الأرقام الثنائية، مثل: ٢٥٦، أو ٥١٢. تتجمع القطاعات مع بعضها بعض في مجموعات سواءً على مستوى المحرك أو على مستوى نظام التشغيل. تتجمع القطاعات غالباً مع بعضها بعض مجموعات (Clusters). ينتشيء المحرك خلال عملية التشكيل منخفضة المستوى (Low-level formatting) المسارات والقطاعات على الإسطوانة الفوتوغرافية، بحيث يكتب على الاسطوانة الفوتوغرافية نقاط البداية والنهاية لكل قطاع، وهذه تهيء المحرك لتخزين مجموعات من الأرقام الثنائية (Bytes) أما التشكيل عالي المستوى (High-Level Formating) فيعمل على كتابة التركيبات الخاصة بتخزين الملفات في القطاعات، وهذه العملية تهيء المحرك لتخزين وحفظ الملفات.

المراجع

http://computer.howstuffworks.com/hard-disk.htm

http://computer.howstuffworks.com/hard-disk1,2,3,4,5,6.htm

مصطلحات علمية

نظام تحديد الوضعية والتحكم

Attitude Determination and Control System (ADCS)

أحد أنظمة القمر الاصطناعي التي تحدد وتتحكم بوجهة القمر، فهي التي توجه تلسكوب القمر أو هوائياته إلى نقطة معينة.

كوكبة Constellation

مجموعة من الأقمار الاصطناعية ضمن نظام واحد.

نظام الملاحة العالمي

Global Positioning System (GPS)

نظام أمريكي فضائي لتحديد المواقع في أي مكان على الأرض وفي أي وقت.

التشويش Jamming

تداخل إشارة متعمد لغرض إعاقة وصول الإشارة للمستقبل بإرسال إشارات على نفس التردد.

مكبر قوة قليل الضوضاء

Low Noise Amplifier

أحد أنواع مكبرات الإشارة، ويختص بتكبير الإشارات شديدة الضعف، ويستخدم في أول مراحل جهاز الاستقبال، حيث يكبر الإشارة الواردة من الهوائي ويمررها إلى باقي مراحل الاستقبال. ويتميز هذا المكبر بأنه قليل الضوضاء بحيث إنه لا يخل بالإشارة.

مودم Modem

جهاز لاستقبال / إرسال الإشارات الرقمية وتحويلها من / إلى تناظرية.

التضمين Modulation

تغيير الموجة الكهربائية المستخدمة في الإشارة تبعاً للصوت أو الصورة، ويتم بتغيير بعض أو كل من التردد والطور والسعة.

التحويل الضوئي

Photovoltaic Conversion

عملية تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.

مكبر القوة Power Amplifier

أحد مكونات أجهزة الإرسال اللاسلكية، ويوجد في آخر مراحلها بحيث تكبر الإشارة الكهربائية قبل تغذية الهوائي بها، ويصل التكبير إلى ملايين المرات.

أنظمة دفع

Propulsion Systems (Thrusters)

أنظمة تستخدم لتوليد رد فعل عكسي حركي لكي يرتفع الصاروخ عن الأرض.

النموذج التأهيلي

Qualification Model

نموذج هندسي للقمر الاصطناعي في مرحلة التصنيع، بحيث تجمع أنظمة القمر لاجراء الاختبارات الوظيفية لأنظمته.

أشباه الموصلات

Semiconductors

مواد كيميائية صلبة متوسطة تستخدم في صناعة الإلكترونيات، حيث يمكن التحكم بمستوى توصيلها الكهربائي، ومن أشهرها مادة السليكون (Silicon).

اختبار الانفصال

Separation Test

اختبار نموذج للقمر للتأكد من نجاح عملية انفصاله عن الصاروخ في آخر مراحل الإطلاق.

تداخل الإشارات Signal Interface

استقبال الإشارة المرغوبة مصحوبة بإشارات أخرى على نفس التردد، وقد يكون مصدرها طبيعياً أو صناعياً.

الضغط الشمسي Solar Pressure

الضغط الناجم عن تأثير الإشعاع الشمسي على الأسطح.

الرياح الشمسية Solar Winds

جسيمات مشحونة منبعثة من الشمس.

نظام التحكم الحراري

Thermal Control System

نظام للتحكم في حرارة القمر بأنظمة نشطة، أو بنقل الحرارة من المناطق الحارة، كما يحمي النظام الأجهزة الحساسة من الارتفاع أو الانخفاض خارج نطاق عملها الأمثل.

اختبار الاهتزازات Vibration Test

اختبار نموذج للقمر الاصطناعي أو بعض أنظمته للتأكد من تحمله لظروف الإطلاق.



من أجل فلذات أكبادنا



شكل (٢)

الفلين الأبيض يولد الكهرباء

من المعلوم أن الكهرباء من أعظم صور الطاقة من حيث فائدتها وسهولة نقلها وتوزيعها في المناطق الحضرية والقروية، القريبة منها والبعيدة، إذ تستخدم لإنتاج الضوء اللازم لإنارة المنازل والمكاتب والشوارع، كما تستخدم في التدفئة وإدارة الآلات وتشغيل المصانع.

تنتج الطاقة الكهربائية بواسطة مولدات ضخمة تعمل بأحد مصادر الطاقة التقليدية مثل النفط والفحم، أو المتجددة مثل الرياح والمياه وغيرها. يعرف هذا النوع بالكهرباء المتحركة أو التيار المتردد. هناك نوع آخر من الكهرباء يطلق عليه الكهرباء الساكنة يمكن الحصول عليه من التفاعلات الكيميائية كما في المراكم والبطاريات الجافة، كما يولد الاحتكاك الكهرباء الساكنة كما في تجربتنا التالية:

شكل (٢)

● الأدوات

قطعة من الفلين الأبيض المستخدم عادة في تغليف الأجهزة الكهربائية المنزلية، مفك فحص التيار الكهربائي، شكل (١).

● خطوات العمل

١- أخرج اللمبة الموجودة داخل مفك فحص التيار، شكل (٢).

٢- امسك اللمبة من أحد طرفيها المعدنيين.

٣- إدعك الطرف الآخر من اللمبة في قطعة الفلين، شكل (٣)، ماذا تشاهد؟

● المشاهدة

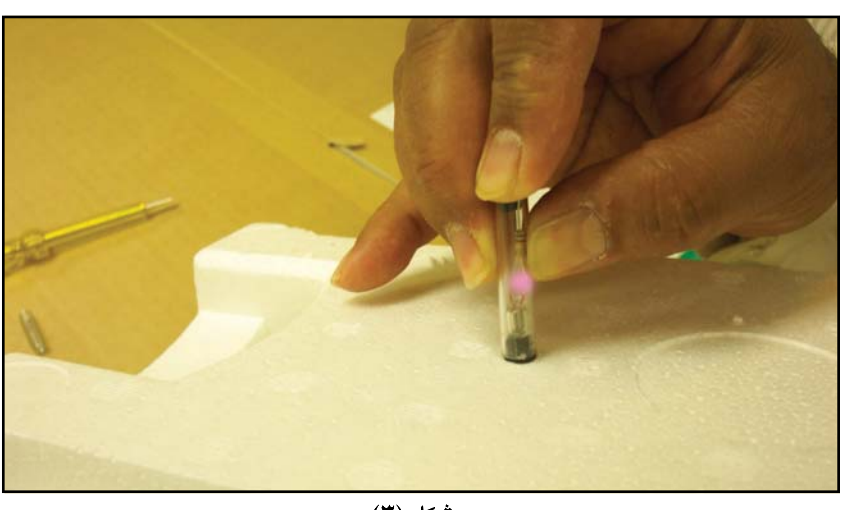
نشاهد إضاءة اللمبة

● الاستنتاج والتعليل

أدت عملية دعك الطرف المعدني للمبة في قطعة الفلين إلى شحنها بالكهرباء، ومن ثم انتقال الكهرباء إلى اللمبة فأضاءت.

المصدر

مهندسة منى عصام، طرائف وعجائب العلوم، مكتبة بن سينا للنشر والتوزيع، القاهرة.



شكل (٣)



تأثير أشعة جاما والليزر على أداء الخلايا الشمسية

أضحى استخدام الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية إحدى الوسائل للحد من التلوث البيئى الذي يسببه الإفراط في استهلاك الوقود الأحفوري كمصدر للطاقة. فضلاً عن ذلك فإن الخلايا الشمسية تعد المصدر الوحيد للطاقة المحركة للمركبات الفضائية التي انتشرت في الأونة الأخيرة كتقنية واعدة لاستخدامات كثيرة مثل، الاستخدامات العسكرية والاتصالات وأحوال الطقس ودرء الكوارث وغيرها.

إضافة إلى الكفاءة المتدنية ـ حالياـ للخلايا الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية فإن تعرضها للاشعاعات الصادرة من الشمس خاصة الاشعاعات ذات الموجات القصيرة مثل أشعة جاما وكذلك أشعة الليزر قد يؤدي إلى مزيد من تدنى تلك الكفاءة من التوليد الكهربائي. عليه فقد قامت **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** بتمويل البحث العلمي (أـ ط ـ٩ـ١٣) بعنوان " تأثير أشعة جاما والليزر على أداء خلايا السليكون الشمسية " الذى قامت به الطالبة **سعاد حمود يحيى عوضة** استكمالاً لمتطلبات درجه الماجستير للعلوم في الفيزياء التي نالتها في عام ١٤٢٤هـ / ٢٠٠٤م من جامعة الملك سعود.

أهداف البحث

يهدف البحث إلى دراسة المقاومة الاشعاعية للخلايا الشمسية عندما تتعرض في الفضاء الخارجي إلى جرعات عالية ـ تتراوح بين كيلو إلكترون فولت إلى عدة مئات من الميجا إلكترون فولت ـ من الاشعاعات المؤينة وغير المؤينة، مثل الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات وجسيمات ألفا وإشعاعات جاما، حيث يسبب تسليط هذه الاشعاعات على جسم الخلية عدة عيوب تزيد من تدني كفاءتها في تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية، مما يؤثر على الطاقة اللازمة للمركبات الفضائية.

خطوات البحث

تركزت خطوات البحث فيما يلي:ـ

١ـ تم استخدام نوعين من الخلايا الشمسية المصنعة بواسطة شركة سولاركس (Solarex) الأمريكية هما :ـ

ـ خلايا سيليكون أحادى البلورة (n/p) الجبهة من نوع (n).

ـ خلايا سليكون أحادى البلورة (n/p) ذات التوصيلات المطمورة (Bauried Contact Solar Cells -Bcsc).

٢ـ تم تعريض الخلايا إلى أشعة صادرة من مصباح تنجستين بشدة ١٠٠واط ومزود بعدسة مجمعة بحيث تخرج الأشعة متوازية. كما تم تثبيت المسافة بين العدسة والخلية موضع الدراسة للحصول على شدة إضاءة ثابتة مقاربة للثابت الشمسي (١٠٠٠واط/م٢)

٣ـ تم قياس أداء الخلايا الشمسية ومعاملاتها المختلفة بواسطة جهاز (I-V Tracer) المصنع بواسطة شركة (Day star) الأمريكية الذي يقيس شدة التيار (J) والجهد (V) ودرجة الحرارة وشدة الشعاع

٤ـ تم تشعيع مجموعة الخلايا بأشعه جاما صادرة من كوبالت ٦٠ (^{60}Co) بواسطة جهاز يعطى جرعات منخفضة تتراوح ما بين ١,٤٦×١٠^{٧}راد إلى ٢,٨٥×١٠^{٧} راد. وتم التشعيع بالجرعات المذكورة لدورات (١،٢،٣،٤،٥) ساعات، وبعد كل دورة يتم أخذ القياسات الكهربائية للخلايا ليتراوح الزمن الكلي للتعرض من ٢٣ساعة إلى ٤٥ساعة.

٥ـ تم تشعيع مجموعة من الخلايا بجرعات عالية من أشعة جاما تصل إلى٨,٩٣×١٠^{٨}راد كجرعة كلية من خلال مدة أكثر من ألف ساعة، وبذلك فقد تصل طاقة أشعة جاما المسلطة على الخلايا إلى حوالي(1.2-Mev).

٦ـ تم تشعيع مجموعة من الخلايا باشعة ليزر نيوديوم ياج (نبضية) بأطوال موجية تتراوح من ٥٣٢ نانومتر إلى ١٠٦٤ نانو متر، ولفترات زمنية معينة، حيث تراوح قطر الشعاع من ٦مم إلى ٢٨مم ليعطي طاقة فوتونية تبلغ (1.8 ev).

نتائج البحث

أوضحت نتائج البحث مايلي:ـ

١ـ أدى التعرض لأشعة جاما بجرعات منخفضة نسبياً (١,٥×١٠^{٧}راد و٢,٩×١٠^{٧}راد) إلى انخفاض القدرة القصوى (Pm) للخلايا العادية إلى٦٠٪ من قيمتها العادية، وإلى انخفاض التيار إلى ٧٧٪، أما الجهد فقد كان أقل تأثراً اذ انخفض إلى٩٢٪.

٢ـ أدى تعريض الخلايا الشمسية من النوع العادي والنوع ذى التوصيلات المطمورة (Bcsc) إلى جرعات عالية(٨,٩×١٠^{٧}راد) إلى انخفاض القدرة القصوى للخلايا العادية وخلايا التوصيلات المغمورة تتراوح ٢٨٪ و٣٥٪ على التوالي. أما التيار فقد انخفض إلى٤٠٪ و٤٥٪ للخلايا العادية وخلايا التوصيلات المغمورة (Bcsc) على التوالى، بينما انخفض الجهد لهذين النوعين إلى٧٦٪و٨٢٪ على التوالي. وبذلك فان تعريض الخلايا الشمسية لجرعات عالية من أشعة جاما من شأنه أن يتلفها من خلال تأثير وإثارة ذرات السليكون الموجودة في منطقة الفصل (P-n) نتيجة لإزاحة بعض الذرات عن موضها وعمل فجوات خالية.

٣ـ ليس لأشعة الليزر تأثير ملموس على أداء الخلية مقارنة بأشعة جاما، وإذا كان هناك ثمة تأثير فإنه يكون أكبر في حالة الموجات القصيرة من أشعة الليزر.

روبوت لمكافحة الحشائش

نجح المهندس الزراعي **لي تيان** (Lei Tian) – من جامعة إلينوي بالولايات المتحدة– في تصنيع روبورت يمكنه القضاء على الحشائش في الحقل عن طريق إزالتها ميكانيكياً ، ثم رشها بالمبيد المناسب ، يستخدم الروبوت المذكور نظام تحديد المواقع العالمية (GPS) أثناء تجواله في الحقل . وهو مزود بكاميرتين تمكنه من التفريق بين الحشائش ونباتات الحقل ، لأنه يحتوي على حاسب آلي يزوده بالخصائص المورفيولوجية لمختلف النباتات.

ويذكر **تيان** أن للروبوت طبقتين ، تقوم إحداهما بقطع الحشائش بينما تقوم الأخرى برش الحشائش المقطوعة بالمبيد المناسب ، ولذلك فإن له كفاءة عالية في التخلص من الحشائش ، فضلاً عن أنه يقلل من استخدام المبيدات ، وبالتالي فإن له فائدة بيئية.

وفي سبيل تحسين كفاءة الروبوت قام **تيان** ومجموعته بتركيب لوحة من الخلايا الشمسية لتزويده بالطاقة اللازمة لتحركه في الحقل ، وكذلك لتغطية أجهزته من حرارة الشمس وأجواء الطقس القارص.

يبلغ ارتفاع الروبوت حوالي ٦٠سم من سطح الأرض ، وعرضه ٧٠سم، وطوله حوالي ١٥٠سم ، ويتحرك بواسطة عجلات ، ويسير بسرعة خمسة كيلو مترات في الساعة.

ويذكر **جنجرش** (Gingrich) و**جيون** (Jeon) – طالبي دكتوراه يعملان مع **تيان**– أن الاستخدام الحالي للروبوت ينحصر في إزالة الحشائش ، لكن يمكن إدخال تعديلات عليه ليستفاد منه في دراسة خصائص التربة والنبات .

ويضيف **جنجرش** أن الروبوت مزود بجهاز حاسب آلي سعة ٨٠ جيجابايت ويمكن توصيله لاسلكياً بالإنترنت ، مما يساعد في تقديم معلومات لاحصر لها للباحثين والعاملين في الحقل.

المصدر : –

http://www.sciencedaily.com/releases/2006/10/061012094305.htm

السيليلوز لتقوية البلاستيك

يقوم العلماء الأمريكيون بتطوير عدة طرق لاستخدام السيليلوز الموجود في الأخشاب لتقوية البلاستيك؛ وبالتالي إنتاج مادة خفيفة تمتاز بمتانتها وقابليتها للتحلل الحيوي .

ويذكر الباحثون في كلية علوم البيئة والغابات بجامعة نيويورك الإمريكية أن التقنية المذكورة تعتمد على استخلاص بلورات سيليلوزية فائقة الدقة (نانومترية) من مصادر طبيعية مثل الأشجار أو لب البرتقال .

ويذكر **وليم ونتر** (William Winter) –أستاذ الكيمياء ومدير معهد السيليلوز في الكلية المذكورة – أن خلط ٣٠ جرام من بلورات السيليلوز فائقة الدقة إلى ٤٥٠جرام من البلاستيك يمكن أن يزيد قوته إلى ثلاثمائة ضعف، فضلاً عن أن المنتج سيكون صديقاً للبيئة؛ لأنه قابل للتحلل لينتج ثاني أكسيد الكربون والماء .

إضافة لذلك يمكن استخدام هذه البلورات النانومترية في صناعة الخزف والاستخدامات الطبيعية مثل صناعة المفاصل الصناعية، والمواد القابلة للطرح بعد الاستعمال (Disposable Materials) مثل القفازات الطبية وغيرها .

يعمل – حالياً – **ونتر** وفريقه على تطوير تقنية بلورات السيليلوز حتى يمكنها أن تلتحم بالبلاستيك بشكل أفضل .

المصدر:–

httn://www. sciencedailv. com/upi/index. php?feed=Science&article=UpI-l-20061018-20183500... 27/09/1427

تشخيص اضطرابات التغذية بواسطة الشعر

أشارت دراسة حديثة إلى إمكانية تشخيص اضطرابات التغذية، من معرفة تركيز الكربون والنيتروجين في الشعر.

ينمو الشعر ـ عادة ـ عندما تتكون بروتينات حديثة عند قاعدة الخصلة مسببة اندفاعها إلى أعلى ليستطيل الشعر وفقاً لذلك. ويعتمد نوع البروتين المتكون على نوع الغذاء وتأيضه خلال اللحظة التي تم فيها تناوله. وبما أن الشعر لا يتوقف نموه؛ فإن كل جزء منه يحكي الحالة الغذائية للشخص يوماً بيوم.

قام فريق بحثي من جامعة Brigham Young في ولاية يوتا بالولايات المتحدة بمتابعة نمط تغير تركيز كل من الكربون والنيتروجين في خصلات شعر عدد من الأشخاص الأصحاء ومقارنتهما بتركيزهما في أشخاص يعانون من اضطرابات التغذية.

أشارت التحاليل الإحصائية لنمط تغير تركيز الكربون والنيتروجين في شعر مجموعتي الدراسة إلى أنه يمكن التعرف على مرض اضطرابات التغذية وفقاً لنمط تغير نسبة الكربون والنيتروجين في خصلات شعرهم بنسبة ٨٠٪ . فمثلاً يمكن التفريق ـ بشكل كبير ـ بين من يعانون من فقدان الشهية (Anorexia) والذين يعانون من النهم (الشراهة) في الأكل (Bulimia) بواسطة تحليل خمس خصلات من الشعر لفترات عدة.

ويذكر **كنت هاتش** (Kent Hatch) ـ رئيس مجموعة الدراسة المذكورة أن الطريقة تحتاج إلى مزيد من التأكد حتى تصبح جزءً أصيلاً من الفحص السريري، ولكنه يعتقد أن دراستهم هذه لم تترك مجالاً للشك في صحتها.

ويضيف **هاتش أنه** على الرغم من أن هناك وسائل تشخيصية أخرى ـ مثل خفة الوزن والطول والعمر ـ قد تساعد المريض في حالات الاضطرابات الغذائية، ولكن ليس فى استطاعة الأطباء والباحثين ـ حتى الآن ـ الاعتماد على تلك الوسائل دون اللجوء إلى التقارير المسجلة والمقابلات الشخصية للمرضى، والتي بدورها معرضة للخطأ، وتعتمد على مدى صدق المريض. وبالمقارنة فإن طريقتهم تعد الأكثراعتمادية" لأنها مبنية على تحاليل إحيائية في المختبر مثلها مثل التحاليل الطبية الأخرى.

المصدر:–

http://www.sciencedaily.com/releases/2006/10/061017084442.htm



مع القراء

أعزاءنا القراء

نرحب بكم ونسعد بتواصلكم معنا مع بداية العام الهجري الجديد، الذي تدخل فيه مجلة العلوم والتقنية عامها الحادي والعشرين، ولقد كان سيل رسائلكم دافعنا إلى بذل المزيد من الجهد؛ في سبيل تطوير المجلة والرقي بها إلى مستويات أعلى؛ لتحقيق مانصبوا إليه، وإيماناً منا بدوركم الفاعل فإننا نسعى حثيثاً وراء تحقيق طلباتكم واقتراحاتكم ما أمكن حتى نكون عند حسن ظنكم.

وكل عام وأنتم بخير ،،،

● **الأخ/ عبدالكريم عبدالقادر يوسفي ـ الجزائر**
نشكرك على إطرئك وثنائك على المجلة والقائمين عليها، كما نحيطك علماً بأنه قد تم تعديل عنوانك حسب طلبك. وشكراً لك.

● **الأخت: رشا فوزي عبدالرزاق ـ العراق**
نحمد الله على السمعة الطيبة التي وصلتكم عن المجلة. أما ما ورد في رسالتك من طلب بعض المعلومات فليس من اختصاص المجلة، ولكن سنوجهها إلى جهة الاختصاص في مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية آملين أن ينال طلبك القبول ويتحقق ما تريدين.

● **الأخ/ سليمان ابراهيم المحيميد ـ القصيم ـ السعودية**
نثمن إعجابك بالمجلة وما تحويه من موضوعات، كما نفيدك أنه قد تم ادراج اسمك ضمن من تصلهم المجلة، شكراً لك.

● **الأخ/ عصام محمد حسين ـ مصر**
تسلمنا رسالتك وفهمنا محتواها ونشكرك على ثقتك بالمجلة والقائمين عليها، ولكن ما ورد في رسالتك لايخص المجلة مما يستدعي الاعتذار عن طلبك مع جزيل شكرنا.

● **الأخ/ عشيبة مصطفى ـ الجزائر**
نشكرك على ثنائك العاطر على المجلة وما تحتويه من موضوعات مقارنة بالمجلات العالمية، وكل ما ورد في رسالتك محل اهتمامنا وهو ما نسعى إليه، ونسأل الله العون على تحقيقه، ويسعدنا وصول المجلة إليك واستمراريتها، ونحيطك علماً أنه تم تعديل رقم منزلك بناء على طلبك.

● **الأخ/ عبد الحميد غزي بن حسن ـ سوريا ـ الحسكة**
نشكرك على إرسال المقال للمجلة، ونعتذر لك عن نشره لعدم ملائمته لسياسية المجلة.

● **الأخ/ محبوب محمد ـ الجزائر**
ببالغ الشكر تلقينا رسالتك ونحمد الله على انتظام وصولها إليك، كما يؤسفنا الاعتذار عن بعض طلباتك لأنها ليست من اختصاص المجلة، أما الاعداد التي طلبتها سوف ترسل إليك حسب ما يتوفر منها. شكراً لك.

● **الأخ/ سليمان محمد العتيق ـ المذنب ـ السعودية**
سوف يدرج ـ بإذن الله ـ اسمك في قائمة من تصلهم المجلة، آملين أن تصل إليك باستمرار.

● **الأخ/ بوعكاز نوار ـ الجزائر ـ ولاية تبسة**
نقدر حرصك على اقتناء المجلة، وسوف يتم ادراج اسمك ضمن من تصلهم المجلة.

● **الأخ/ نعمان شطيبي ـ الجزائر**
وصلت رسالتك وسوف يتم تعديل عنوانك حسب طلبك.

● **الأخ/ إبراهيم صالح الزميع ـ القصيم ـ السعودية**
تلقينا رسالتك وسوف يتم ادراج اسمك ضمن من تصلهم المجلة.

● **الأخ/ محمد احمد العامر ـ الأحساء ـ السعودية**
نرجو إرسال رسالة ثانية وتحديد المطلوب من الأعداد.

● **الأخ/ سعود خالد المطيري ـ حفر الباطن**
نشكرك على رسالتك المتضمنة ثنائك على المجلة والقائمين عليها، والمجلة اختطت لنفسها خطة سارت عليها منذ صدورها وهو تناول الموضوع الواحد.

● **الأخ/ على محمد الغامدي ـ تبوك ـ السعودية**
وصلت رسالتك وما طلبت سوف يصلك في القريب العاجل ـ إن شاء الله ـ أما المجلة فهي مجلة دورية تصدر كل ثلاثة أشهر.

● **الأخت/ فاطمة ناصر المنصور ـ الخرج ـ السعودية**
نثمن حرصك وتقديرك للمجلة وحسن متابعتك لها، وثقي اننا نحرص على تحقيق جميع ما يحتاجه القراء قدر استطاعتنا.

● **الأخ/ عبدالله محمد العجمي ـ الجبيل ـ السعودية**
أهلاً بك صديقاً جديداً للمجلة، اما من حيث استفسارك عن عمر المجلة فإنها أكملت عامها العشرين ولله الحمد والمنة، وآخر إصداراتها العدد رقم ثمانين (الأقمار الاصطناعية ـ الجزء الأول).

● **الأخ الكريم/ السيد فوادي محمد ـ الجزائر**
نشكرك على رسالتك المعبرة عن شعورك وإحساسك نحو مجلة العلوم والتقنية، أما بخصوص رغبتك في الحصول على بعض المراجع فيؤسفنا الإعتذار عن ذلك لأن هذا ليس من اختصاصنا، ولك منا الشكر والتقدير.

● **الأخ الكريم/ يوسف بوعزيز ـ الجزائر**
نشكرك على ثنائك العاطر على المجلة محتوى وإخراجاً وتميزاً، ونحن يا أخ يوسف نعمل على تحقيق رغبات جميع القراء قدر الإمكان، حيث يرد إلينا كم هائل من الرسائل تطلب الاشتراك في المجلة، آملين أن لا يطول انتظارك، ولك تحياتنا.

● **الأخ الكريم/ محمد يود وخه ـ الجزائر**
ونحن بدورنا نحييك بتحية الاسلام ونشكرك على حرصك القوي للحصول على مجلة العلوم والتقنية، لإن كثرة الطلب عليها يشعرنا بالفخر والإعتزاز.

● **الأخوات الكريمات دليلة مكاملين، وياسمين عرعار، وأمينة فيالي ـ الجزائر**
نشكركن على رسالتكن التي تحمل إعجابكن بالمجلة والثناء عليها من حيث تفردها بالمنهج الذي تتبعه، ويسرنا تزويدكن ببعض الأعداد التي لها علاقة بتخصصاتكن. أما عن علم الاجتماع فمجلتنا علمية توعوية بحته ولاتعالج قضايا علم الاجتماع، أما من حيث الاشتراك فنأمل أن لا يطول إنتظاركن. ولكم الشكر والتقدير.

الأعداد الصادرة عن مجلة العلوم والتقنية لعام ١٤٢٧هـ

بداية العام الحادي و العشرون لمجلة العلوم والتقنية:

محتويات العدد ٧٧





- نادي الفروسية
- أمراض الأمهار
- أمراض الجهاز التنفسي
- الأمراض الفيروسية للخيل
- طاعون الخيل
- الأمراض البكتيرية في الخيل
- الأمراض الطفيلية في الخيل
- الجراحة في الخيل
- الحمرة في الخيل
- ضعف الخصوبة في الأفراس

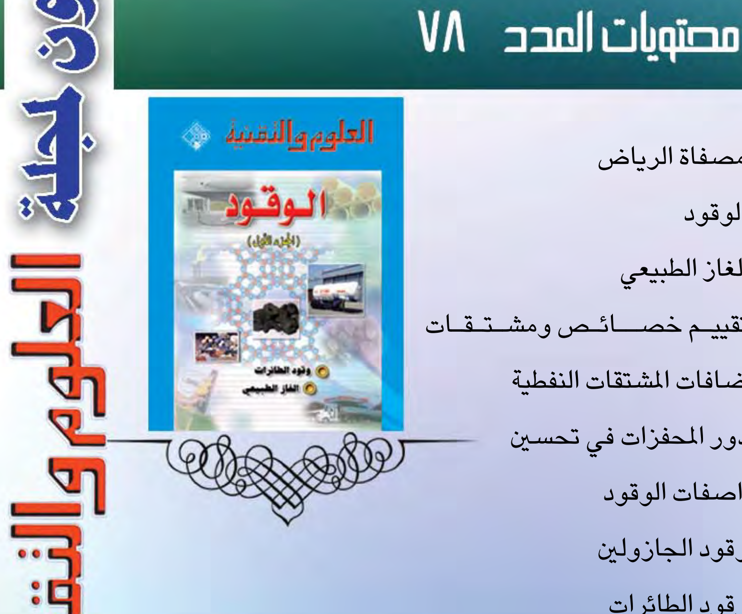
محتويات العدد ٧٩



- مصافي تكرير النفط بالمملكة
- وقود الكتل الحيوية
- الوقود الثلجي
- وقود الأستيلين
- وقود الهيدروجين
- وقود الصواريخ
- الوقود النووي
- الديزل الحيوي

محتويات العدد ٧٨





- مصفاة الرياض
- الوقود
- الغاز الطبيعي
- تقييم خصائص ومشتقات ومضافات المشتقات النفطية
- دور المحفزات في تحسين مواصفات الوقود
- وقود الجازولين
- وقود الطائرات
- وقود الديزل
- الفحم الحجري

محتويات العدد ٨٠



- معهد بحوث الفضاء
- الأقمار الاصطناعية
- قصة الجاذبية
- الملاحة الفضائية
- مكونات الأقمار الاصطناعية
- مدارات الأقمار الاصطناعية
- متطلبات إنتاج الأقمار
- إطلاق الأقمار الاصطناعية
- المحطات الأرضية



مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ – الرياض ١١٤٤٢ ت: ٤٨٨٣٥٥٥ ـ ٤٨٨٣٤٤٤/ ٣٣٤٣ فاكس: ٤٨١٣٣٧٩



الأقمار الاصطناعية السعودية (ص ٣٦)

مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية